

MADAGASCAR

Coordinateur

MADAGASCAR

Co-ordinator

Jacques MOREAU

1. Géographie (fig. 9.1 et 9.2)

L'île de Madagascar ($590\ 000\ km^2$) est caractérisée par l'absence de plans d'eau de grande superficie semblables aux grands lacs africains mais l'ensemble des eaux continentales malgaches recouvre environ 500 000 ha (Kiener 1963). L'immense majorité des eaux dormantes sont, en fait, des eaux plates situées à basse altitude. Les deux principales exceptions sont les bassins du lac Alaotra et du lac Itasy situés sur les hauts plateaux et très étudiés en raison de leur proximité de la capitale Tananarive (Antananarivo). Il faut mentionner aussi les lagunes toutes présentes sur la côte Est de l'Île et faisant l'objet d'une étude distincte.

Du point de vue géologique, le sous-sol de Madagascar est constitué au centre et à l'est (3/4 de la superficie de l'île), d'un socle cristallin ancien. Des formations volcaniques affleurent au centre du pays essentiellement dans la région du lac Itasy évoqué plus loin. Les zones de basse altitude et le littoral ouest de l'île sont sur un sous-sol calcaire; la transition avec le socle cristallin se faisant par des affleurements gréseux.

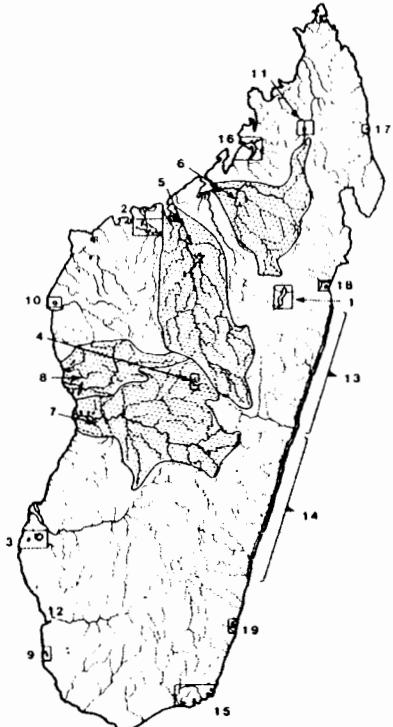
Du point de vue pédologique, l'île de Madagascar peut être divisée en trois grandes zones:

- a) Le versant oriental: on note la prédominance des sols ferrallitiques "jaune sur rouge", le plus souvent fortement désaturés, et parfois riches en concrétions et en résidus d'altération gibbsitiques dont la formation pourrait correspondre à des variations climatiques anciennes. Dans ces sols, la gibbsite est généralement associée à la kaolinite et il n'est pas rare d'y trouver de la goethite.

Les sols formés sur alluvions (sols peu évolués ou sols hydromorphes) ont généralement des teintes jaunâtres; ils sont faiblement micacés et le taux de saturation n'excède jamais 30%.

En arrière des cordons littoraux sableux on remarque dans les marais à Pandanus (Pandanacées) et Typhonodorum lindlyanum (Aracées), la présence de sols tourbeux riches en sulfure.

Région 9
MADAGASCAR



**Fig. 9.1 Région 9: Madagascar.
Systèmes traités dans ce Répertoire.**

**République de Madagascar
Malagasy Republic**

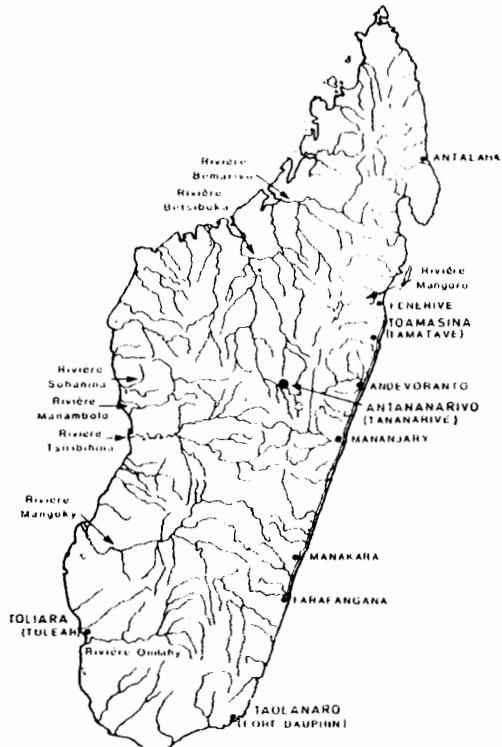


Fig. 9.2 Hydrographie de Madagascar.

Sur des matériaux sableux (quartzites, sables des cordons littoraux) se forment des podzols de nappe.

- b) Le domaine des Hauts-Plateaux à influence occidentale: Les sols ferrallitiques rouges deviennent prédominants. Les sols correspondant à une altération ancienne sont compacts et fortement désaturés. Les minéraux de néosynthèse sont essentiellement la kaolinite et la gibbsite. Sur les plateaux du Moyen Ouest, les sols rouges ferrallitiques friables ont une faible teneur en gibbsite et un taux de saturation souvent supérieur à 30%. Le fer y est sous forme de composés amorphes.

Les sols formés sur alluvions ont des caractères d'hydromorphie moins marqués que dans les régions orientales. Ils sont moyennement saturés; ce sont des sols peu évolués ou des sols hydromorphes moyennement organiques (sols à gley et à pseudogley). Cependant dans certaines dépressions (plaine du lac Alaotra), des sols tourbeux se développent sous une végétation dense de cypéracées.

- c) La zone occidentale et méridionale: C'est ici que l'influence de la roche-mère peut devenir prédominante. Les types de sols observés, en dehors des basses vallées, appartiennent à la classe des sols ferrugineux tropicaux, à la classe des vertisols, à la classe des sols méditerranéens ou à la classe des sols calcimorphes. Les minéraux de néosynthèse sont essentiellement la kaolinite et la montmorillonite. La présence de gibbsite parfois signalée dans des sols rouges méditerranéens correspond vraisemblablement à une altération ancienne. Les sols ferrugineux tropicaux sont bien représentés par les matériaux d'épandage anciens issus le plus souvent des formations gréseuses (sables roux). Sur les dépôts alluviaux en provenance des zones cristallines, il y a prédominance des sols peu évolués, bien saturés fortement micacés.

Les sols hydromorphes restent localisés dans des dépressions; ils sont généralement faiblement organiques. Dans les deltas, la présence de sols halomorphes est fréquente.

2. Climat (fig. 9.3)

La latitude de Madagascar implique des températures annuelles moyennes élevées, partout supérieures à 15° sauf dans les régions de hautes montagnes. Elle explique aussi l'existence d'une saison sèche dans l'année mais l'altitude, la continentalité ou l'exposition à des vents chargés d'humidité et transportant des masses d'air instables, entraînent des nuances, voire des différences régionales importantes.

A première vue, deux domaines se juxtaposent: l'un aux pluies abondantes, à la saison sèche courte et parfois même inexistante, aux températures relativement modérées et égalisées, malgré l'étirement en latitude, par la forte humidité persistante toute l'année; l'autre aux saisons plus contrastées et aux températures moyennes annuelles plus élevées.

- a) Les zones tropicales humides et tropicales d'altitude: Elles couvrent presque toutes les régions orientales mais aussi une partie

MADAGASCAR

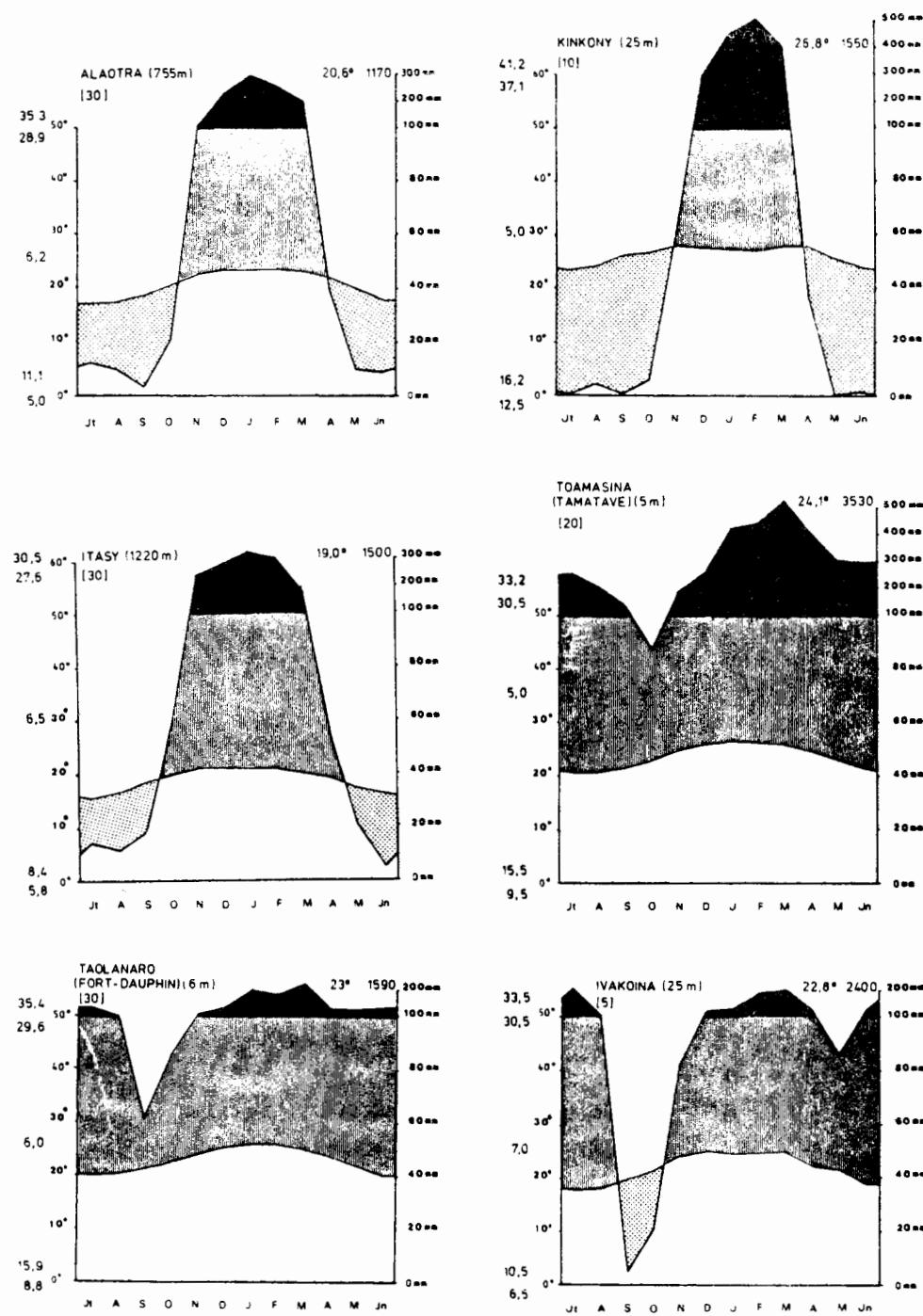


Fig. 9.3 Diagrammes climatique de Madagascar.

des Hautes Terres et un fragment de la côte NW. L'altitude y introduit la plus importante subdivision.

Les régions à altitude inférieure à 800 m se caractérisent par des pluies abondantes (au moins 1500 mm par an) et bien réparties dans l'année, puisque qu'aucun mois n'est sec. C'est la région orientale soumise toute l'année au souffle de l'alizé générateur de pluies quasi-permanentes sous l'effet des ascendances orographiques. Une assez forte nébulosité caractérise ces régions au ciel fréquemment couvert de strato-cumulus. Pluies, ciel couvert, forte humidité atmosphérique ont pour effet commun d'égaliser les températures dans l'année (amplitudes annuelles faibles) et dans l'espace (faible différence thermique du N au S malgré l'étirement en latitude). La température de l'air varie entre 22 et 32°C.

Dès que l'altitude augmente, la température moyenne annuelle fraîchit. La bordure supérieure du gradin oriental constitue une limite climatique. Sur les hautes terres, la pluviosité demeure forte (800 à 1500 mm) mais se répartit plus mal dans l'année. L'influence de l'alizé cessant, les saisons deviennent plus tranchées. Dès lors, le régime pluviométrique tropical reprend, faisant alterner une saison estivale pluvieuse (température de l'air : 25 à 30°C) et une saison hivernale sèche (température de l'air : 10 à 20°C).

- b) Les zones de climat tropical sec et semi-aride: L'W et le S malgaches appartiennent à des climats où le contraste entre saison sèche et saison humide s'accentue dans l'année. Les phénomènes d'humidité modérateurs des températures diminuent tandis qu'en certains secteurs l'effet de continentalité devient prédominant. Pour ces raisons, les moyennes thermiques annuelles croissent et, à latitude égale, sont bien supérieures à celles du versant oriental (température de l'air: 20 à 40°C). L'accentuation de la sécheresse vers le S est significative et permet de distinguer deux domaines.

Le domaine tropical sec: les régions du NW et de l'W ne reçoivent des précipitations qu'en été, apportées par la "mousson". La région du NW (entre Majunga et Analalava) frappée de plein fouet par celle-ci dès le début de l'été enregistre les plus forts apports. Vers le Sud, l'orientation moins propice de la côte et des lignes maîtresses du relief d'une part, l'arrivée plus tardive et le retrait plus précoce des masses d'air ayant déjà perdu une partie de leur humidité sur des régions plus septentrionales d'autre part, expliquent la diminution des totaux pluviométriques annuels autant que la moindre durée de la saison pluvieuse.

Le domaine semi-aride: dans le Sud et le Sud-Ouest malgaches, les effets de continentalité et la sécheresse plus accusée élèvent les moyennes thermiques annuelles qui restent fortes pour la latitude. Mais la sécheresse s'accroît justement à cause de cette latitude. les masses d'air originaires de l'alizé parviennent stabilisées par leur descente des Hautes Terres; la mousson dure peu et ses apports réduits ne sont que faiblement compensés par les pluies frontales méridionales.

3. Hydrographie

Les bassins versants des fleuves s'écoulant vers l'Ouest et auxquels sont associés de nombreux plans d'eau étudiés ici, ont une plus grande superficie que ceux des fleuves coulant vers l'Est. En effet, la ligne de partage des eaux, qui suit une direction N-S au moins en première analyse, est plus proche de la côte orientale de Madagascar que de l'autre (fig. 9.2).

4. Pêche

Il faut signaler la grande diversité des engins utilisés à Madagascar, qui se retrouve à des degrés divers sur chacune des zones considérées. Les engins traditionnels (nasses, harpons, barrages) sont pratiquement encore employés partout, surtout dans les zones à basse altitude et dans les eaux saumâtres. Les engins plus efficaces: filets maillants, sennes, éperviers, sont apparus vers 1950 et l'emploi des fils monofilaments, notamment pour filets maillants et éperviers, s'est généralisé à partir de 1965 d'abord sur les hauts plateaux. Enfin, les pêcheurs exercent leur activité en liaison avec les travaux agricoles, essentiellement la riziculture.

9.1 EAUX DOUCES

9.1.a LAC ALAOTRA

1. Géographie

Situation: Le lac Alaotra est situé au NE de Tananarive, dans la dépression appelée "Cuvette Shihanaka", par 17°28' S et 48°30'E (figures 9.4). Le bassin versant a une superficie de 6000 km².

La surface libre du plan d'eau couvre 220 km² auxquels il faut ajouter 350 km² de marais dans la partie sud-ouest, en période de hautes eaux. Le lac proprement dit mesure 40 km dans la plus grande longueur; sa largeur varie de 3 à 8 km. Sa cote moyenne est de 751,50 m à l'étiage et de 753,50 m en hautes eaux.

Le lac est alimenté à l'W et au S par 3 rivières principales, l'Anony, la Sahamaloto et la Sahabe, qui y parviennent après avoir traversé les grands marais de l'W et du SW. A L'E, de nombreux cours d'eaux de faible importance se déversent également. L'émissaire, le Maningory, prend naissance sur la rive nord-est et se jette dans l'Océan Indien à 200 km au Nord du port de Tamatave.

2. Géologie

La cuvette du lac Alaotra correspond à une cuvette d'érosion (surface fin tertiaire) qui a été élaborée dans des limons réputés tendres: gneiss à pyroxène et amphibole appartenant au système du Vohibory et gabbros anciens présentant une extension marquée vers le Nord. Les

falaises Sihanaka à l'Ouest et Betsimisaraka à l'Est, qui délimitent la cuvette du lac, sont constituées en revanche de matériaux difficilement altérables: migmatites granitoïdes et leptynites à grenat.

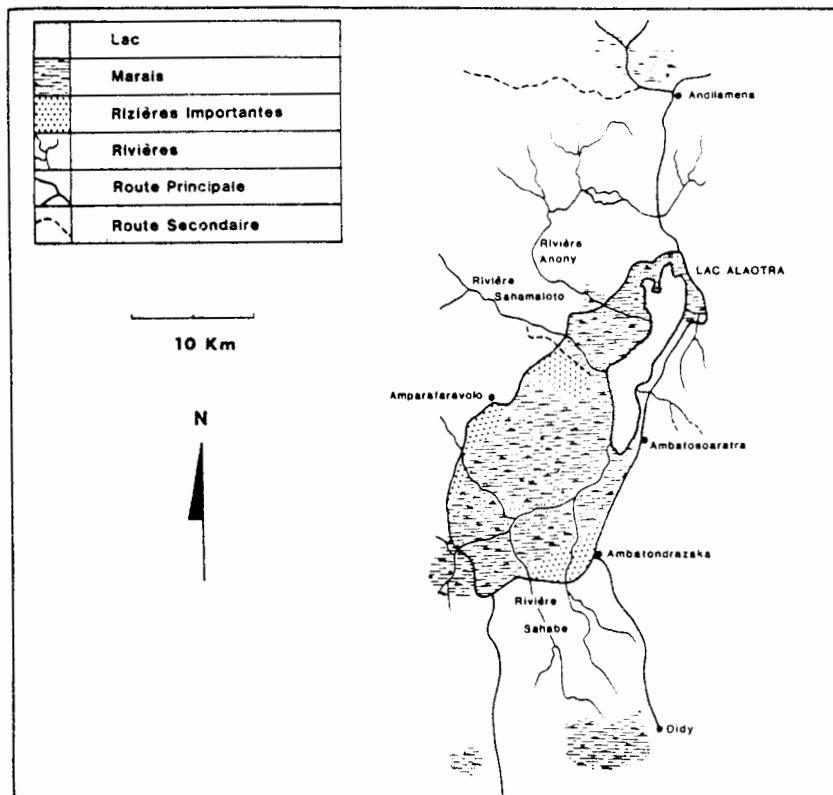


Fig. 9.4 Lac Alaotra (9.1.a)

3. Pédologie

La partie occidentale du lac est occupée par des sols marécageux et tourbeux. L'épaisseur de l'horizon tourbeux surmontant un horizon réduit (gley) peut atteindre 2 à 3 mètres. Au contraire, à l'Est, les dépôts, qui sont actuels, ennoient la cuvette et fossilisent les tourbes; on observe la formation de zones exondées recouvertes de sols peu évolués.

Les bordures sud et nord du lac correspondent à des zones où les sols profonds ont été très peu érodés. Selon la terminologie de Bourgeat (1972), ce sont des sols ferrallitiques acides lessivés "rouges" plus ou moins anciens sur gabbro, des sols "jaune-rouges" sur roches acides et "jaunes" sur alluvions anciennes.

4. Hydrologie

Le lac Alaotra est le vestige d'un lac beaucoup plus grand dont la création date vraisemblablement de l'ère tertiaire. C'est un lac d'origine tectonique. L'évolution ancienne de la cuvette du lac Alaotra

a été l'objet de plusieurs travaux (Longuefosse 1923; Bourgeat & Petit 1969). Des données sont aussi disponibles sur l'évolution récente de la région. Elles montrent que l'évolution, au sens général, du lac Alaotra s'est accélérée au cours des dernières années. L'oblitération de la cuvette du lac est due en grande partie à deux causes qui contribuent toutes deux à augmenter les apports étrangers allochtones qui emplissent cette cuvette.

L'érosion qui sévit en saison de pluies sur les pentes des deux falaises délimitant la plaine du lac Alaotra est très importante. De plus, elle a augmenté ces dernières années en raison des déboisements massifs, eux-mêmes consécutifs à la généralisation de la pratique des feux de brousse. Ces derniers sont allumés essentiellement pour permettre aux boeufs de pâtrer les jeunes pousses qui colonisent la zone incendiée; le surplus de matériaux arrachés aux collines vient augmenter les sédiments tapissant le fond du lac et relever ainsi le niveau du plan d'eau.

Depuis 1961, des travaux importants d'hydraulique ont été réalisés pour permettre aux populations de mettre en valeur les marais bordant l'Ouest du lac et les remplacer par des rizières irriguées. Ces marais recouvriraient une surface de 55 000 ha en 1961 (Thérénien 1963); ils ne s'étendaient plus que sur 30 000 ha en 1976. Beaucoup de sédiments qui, autrefois, se déposaient dans ces marais et n'atteignaient pas ainsi le lac proprement dit y parviennent maintenant, accélérant ainsi le processus de comblement de ce dernier et de relèvement du niveau du plan d'eau (fig. 9.5).

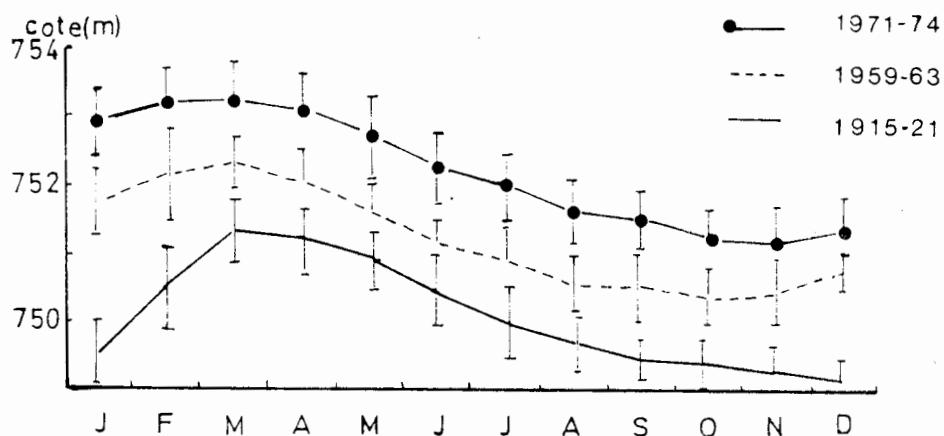


Fig. 9.5 Variations cycliques annuelles de la cote du lac Alaotra

5. Climat (v. fig. 9.3)

Amw₆a (Köppen)

2 saisons principales: 1 saison sèche fraîche; 1 saison pluvieuse chaude.

Insolation:

Moy. ann.: 2300-2350 h.année⁻¹

Max. en novembre (env. 260 h), min. en février-mars (env. 170 h).

Pluviométrie:

Moy. ann.: 1169 mm

Max. en décembre (env. 295 mm) et janvier (env. 290 mm).

Durée moy. de la saison sèche: 220 jours.

Température de l'air:

Moy. ann.: 20,6°C.

Max. en janvier (moy. vraie env. 23,4°C; moy. max. journ. 28,4°C; moy. min. journ. 18,2°C).

Min. en juillet (moy. vraie 14,8°C; moy. max. journ. 22,8°C; moy. min. journ. 11,1°C).

Le lac Alaotra reçoit un ensoleillement relativement faible (6,50 heures en moyenne par jour) et des pluies abondantes sur les falaises latérales. Le lac lui-même ne reçoit que 1170 mm d'eau en moyenne, par an, répartis sur 110 journées concentrées essentiellement de novembre à février. Cette faible pluviométrie s'explique par la nature des vents qui sévissent sur la cuvette et qui sont du type Foehn; ces vents descendant dans la cuvette ont perdu leur humidité sous le versant exposé au vent.

La température moyenne annuelle de l'air est de 20,6°C; les maximums absolus enregistrés en été sont de l'ordre de 33°C et les minimums absolus hivernaux sont inférieurs à 10°C. Il existe donc une saison fraîche assez marquée.

La cuvette est soumise à des vents très fréquents qui brassent la totalité des eaux du lac. Ces vents sont de dominance Nord-Est. On note rarement des vents en provenance du Sud; ces différents vents soufflent essentiellement le jour.

6. Caractéristiques physiques et chimiques (Tableau 9.1)

Le fond du lac Alaotra est très plat et la profondeur moyenne du lac est de 1 m en étiage et 2,5 m en crue; la profondeur maximale étant alors de 4 mètres. Ce fond est essentiellement constitué de vase et de boues et présente des affleurements sableux au Nord et à l'Est.

Les eaux sont très troubles (cf. plus haut), neutres ou légèrement alcalines, peu riches en oxygène en profondeur, assez peu minéralisées, mais relativement riches en phosphore.

7. Flore et faune

Cyperus madagascariensis, Cyperus imeriniensis et Phragmites spp. constituent l'essentiel de la végétation des marais limitrophes. Eichhornia crassipes dérive sur le lac en suivant les courants et encombre les chenaux parcourant les marais. Il est en régression depuis 20 ans. Les pêcheurs pensent que ceci est lié à l'introduction de Tilapia en 1955. Les crues du lac Alaotra recouvrent, de plus, d'importantes prairies à graminées qui servent alors de pâture à ces Cichlidés herbivores. En période d'étiage, les prairies ainsi exondées

Tableau 9.1 Caractéristiques du lac Alaotra

Paramètres	Valeur
Superficie	220 km ²
Cote moyenne	752,5 m
Nature du fond	vase meuble, dépôts d'érosion, sable au Nord
<u>Facteurs physiques</u>	
Couleur de l'eau	brun-rouge
Profondeur maximale	4 m
T en surface (°C)	20,5 à 28
Stratification thermique	non
Transparence (m)	0,25 à 0,70
pH 6,8 à 7,3	
T.A.C. (meg/l)	0,45 à 0,70
Conductivité (10 ⁻⁶ S.cm ⁻¹)	80 à 250
Extrait sec (mg/l)	140 à 270
<u>Facteurs chimiques</u>	
Oxygène, % saturation: surface fond	100 minimum 30
M.O. milieu acide (mg/l)	1,6 à 21,7
alcalin (mg/l)	0,4 à 1,6
Dureté totale	6,8 à 8,2
Anions (mg/l)	
P	0,30
NH ₄ ⁺	0,20
NO ₃ ⁻	0,70
SO ₄ ⁻⁻	0,01
CO ₂ total	30,0
C1 ⁻	2,1
SiO ₂	0,5
Cations	
Na ⁺	1,30
K ⁺	1,90
Ca ⁺⁺	2,80
Mg ⁺⁺	1,20
Fer	0,35 à 1,50
<u>Facteurs biologiques</u>	
Quantité totale de plancton	6 à 25 cm ³ /m ³
Nombre de genres: Phytoplancton	
Cyanophycées	3
Chlorophycées	10
Desmidiées	3
Bacillariophycées	7
Euglénophycées	2
Chrysophycées	1
Total	26
Zooplancton et benthos	
Nombre de genres identifiés	10
Non identifiés	oui

sont recherchées par les troupeaux de bovins et sont parfois aménagées en rizières de décrues.

Le phytoplancton est peu diversifié et composé en majorité de Cyanophycées. Le benthos est riche en Nématodes, Turbellariés, Gastrotriches, Tardigrades. Il est pauvre en mollusques (Bulinus marie et Lymnaea hovarum) et en crustacés (Caridina sp. et Hydrotelphusa sp.). En revanche, les larves d'insectes sont abondantes.

Les poissons présents au lac Alaotra sont:

Espèces autochtones:

Anguillidés	<u>Anguilla mossambica</u> , <u>A. marmorata</u> (anguille marbrée, très rare);
Atherinidés	<u>Rheocles alaoensis</u> ;
Cichlidés	<u>Paratilapia poleni</u> ("Marakely");
Eleotridés	<u>Eleotris legendrei</u> .

Espèces introduites:

Centrarchidés	<u>Micropterus salmoides</u> (Black-bass) introduit en 1961;
Cichlidés	<u>Tilapia rendalli</u> , introduit en 1955; <u>Oreochromis macrochir</u> , introduit en 1958; <u>O. niloticus</u> , introduit en 1960; <u>O. mossambicus</u> , introduit en 1960.
Cyprinidés	<u>Carassius auratus</u> , introduit au début du siècle; <u>Cyprinus carpio</u> , introduit en 1926.
Cyprinodontidés	<u>Gambusia holbrooki</u> , introduit en 1940.

8. Activités humaines

L'agriculture est très développée (riz) et le lac est bordé de 5 agglomérations de 2000 h. environ chacune ainsi que de nombreux villages de pêcheurs; rizeries et féculeries sont les seules industries.

La production piscicole est d'environ 2200 tonnes. Il existe 1200 pêcheurs professionnels.

En 1976, les pourcentages des différentes espèces dans la production exploitée ont été les suivants pour l'ensemble de l'année:

	% en nombre	% en poids
<u>O. macrochir</u>	50	48
<u>T. rendalli</u>	18	16
<u>O. niloticus</u>	7	9
<u>O. mossambicus</u>	0.5	0.5
<u>Cyprinus carpio</u>	19	20
<u>Micropterus salmoides</u>	5	6
Espèces autochtones	0.5	0.5

En résumé, le lac Alaotra est très peu profond, peu minéralisé, peu oxygéné par temps calme en profondeur. Le phytoplancton est essentiellement constitué de Cyanophycées; il est peu diversifié comme le zooplancton et le benthos. Le lac est bordé par un immense marais et

des prairies à graminées immergées une partie de l'année; il est peuplé en majorité de *Tilapia* et *Oreochromis*. L'histoire du lac a été marquée ces dernières années par une véritable pollution mécanique due en grande partie à l'intervention humaine.

9.1.b LAC KINKONY

1. Géographie

Localisation (fig. 9.6): Le lac Kinkony ($17^{\circ}9'$ à $18^{\circ}04'$ latitude S et $48^{\circ}15'$ à $48^{\circ}46'$ longitude E) est le second lac de Madagascar par la superficie. La surface libre du plan d'eau est de 149 km^2 en crue et 100 km^2 en étiage.

Le lac Kintony se trouve dans la cours inférieur du fleuve Mahavavy qui, dans cette région, comporte d'autres lacs; les deux plus importants étant: le lac Kamony : 535 km^2 ; altitude: 8 m.
le lac Katondra: 487 km^2 ; altitude: 8 m.

L'alimentation en eau de tout le bassin du lac Kinkony se fait donc grâce au fleuve Mahavavy dont le bassin versant couvre $12\,000 \text{ km}^2$ et à ses affluents; l'élévation du niveau de l'eau lors de l'arrivée des crues étant de 4 à 8 m selon les années. Les différents plans d'eau de la région communiquent alors par des chenaux et les marais contigus à chaque plan d'eau se trouvent inondés. Le lac Kinkony fonctionne comme un lac endoréique.

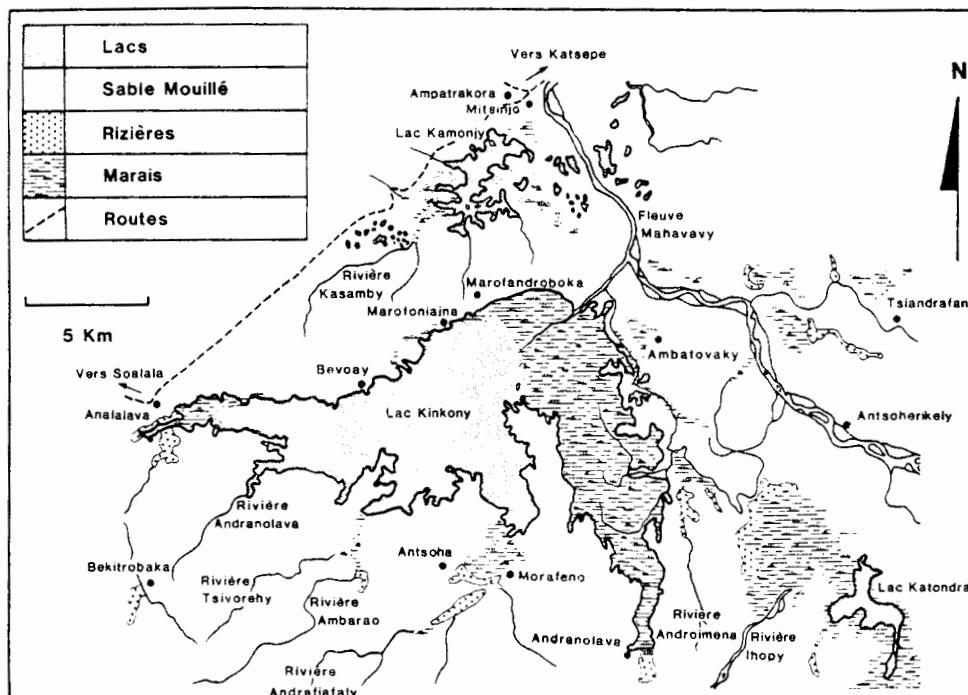


Fig. 9.6 Lac Kinkony (9.1.b)

2. Géologie

Le sous-sol du bassin du lac Kinkony est calcaire dans pratiquement sa totalité. Au sud de cette plaine, se trouve un plateau gréseux à environ 150 m d'altitude appelé "Plateau du Kinkony" par les géographes. Au point de vue pédologique, on rencontre dans la plaine d'inondation du lac Kinkony, 4 types de sols: les alluvions et limons fluviatiles, les terres rouges latéritiques sur basalte, les terres rouges argileuses sur calcaire.

Le lac Kinkony est un lac naturel de barrage créé par alluvionnement; des dépôts d'alluvions par le fleuve Mahavavy ont conduit à l'isolement d'un grand méandre de ce même fleuve et, de là, à la création du lac.

3. Climat (voir fig. 9.3, Namakia)

Amwg a (Köppen)

2 saisons principales: saison sèche chaude; saison pluvieuse chaude.

Insolation:

Moy. ann.: 3300 - 3500 h. année⁻¹

Max. en août (env. 400 h); min. en janvier (env. 280 h).

Pluviométrie:

Moy. ann.: 1550 mm

Max. en janvier (env. 500 mm) et février (env. 400 mm)

Durée moy. de la saison sèche: 210 jours.

Evaporation:

Evapotranspiration potentielle gazon: moy. ann. 1100 mm.

Evapotranspiration réelle gazon: moy. ann. 950 mm.

Température de l'air:

Moy. ann.: 26 à 28°C

Max. en novembre (moy. vraie env. 28°C; moy. max. journ. 37°C;

Moy. min. journ. 23°C).

Min. en juillet (moy. vraie 23°C; moy. max. journ. 30°C;

Moy. min. journ. 16°C).

Le climat peut être résumé ainsi: une longue saison sèche d'avril à novembre et une courte saison de pluie de décembre à mars. 1500 mm d'eau tombent alors en 70 à 80 jours, le plus souvent sous forme de violentes pluies d'orage. La température minimale de l'air varie de 16 à 23°C et la température maximale de 30 à 40°C.

La saison des pluies durant peu de temps, les crues sont elles-mêmes brèves.

4. Caractères physico-chimiques du lac Kinkony:

En étiage, les profondeurs maximales observées sont de 3,5 à 4 m.

Les eaux sont toujours chaudes (24 à 33°C) et le lac ne présente pas de stratification thermique.

Chimie: (voir tableau 9.2)

Tableau 9.2: Caractéristiques chimiques de l'eau du lac Kinkony

pH	6,7 à 8,3
Extrait sec (mg/l)	250 à 5000
Conductivité (18°) 10^{-6} S.cm $^{-1}$	300 à 420
Alcalinité totale	1 à 3
Mat. org. (mil. acide)	0,5 à 4,3
Mat. org. (mil. alcalin)	1,8 à 2,5
NaCl (mg/l)	17 à 42
P	traces
NO ₂	traces
NO ₃	traces
NH ₄	traces
Ca (mg/l)	11 à 30
Mg (mg/l)	7 à 8
Na (mg/l)	10,7
Cl (mg/l)	---
SO ₄ (mg/l)	10 à 12
Fer (mg/l)	0,8 à 1,1
HCO ₃ (mg/l)	135 environ

Les pH de 6,7 à 8,3 et les S.B.V. de 1,1 à 2,9 peuvent expliquer une densité de végétation élevée (avant sa destruction par Tilapia) et une forte production primaire.

5. Flore

Les végétaux supérieurs aquatiques sont: Phragmites communis, Nymphaea lotus et N. stellata, Ceratophyllum sp., Eichhornia crassipes très abondants. Il faut citer aussi: Potamogeton sp., Jussiaea sp., Polygonum sp., Najas australis, Pistia stratiotes, Salvinia natans, Utricularia vulgaris. On pense que l'introduction de Tilapia phytopophage a fait régresser cet herbier.

Plusieurs récoltes de plancton et de benthos faites tant au milieu du lac, en pleine eau, que dans les zones littorales ou dans le vaste herbier à Nymphaea qui existait, il y encore quelques années, ont révélé un phytoplancton et un zooplancton assez riches et variés, où dominent les Cyanophycées et les Chlorophycées. Le phytoplancton comprend environ 30 genres identifiés.

6. Invertébrés

Le zooplancton et le benthos comportent les organismes habituels:

Protozoaires (10 genres identifiés), Nématodes, Turbellariés, Gastrotriches, Tardigrades, Rotifères (6 genres), Crustacés dont Cyclostheria hislopi dont on signale la nette diminution pour des raisons inconnues, Hydracariens.

Le lac Kinkony comporte aussi d'abondants crustacés des genres Caridina, Macrobranchium, Hydrotelphusa, ainsi qu'une grande variété de familles d'insectes; on peut citer: Cybister, Gyrinus parmi les Coléoptères; Nepa, Ranatra, Plea, Velia, Microvelia, Belostoma, Naucoris parmi les Hémiptères; les Tipulinae, Culicinae, Chironominae, Tanipodinae parmi les Diptères.

Sur les rivages sablonneux du lac courrent de nombreux staphylin carnivores.

Les mollusques sont représentés par Bulinus sp. et Lymnaea hovarum. Le lac Kinkony est dans une zone où la bilharziose est fréquente.

7. Poissons

La liste des poissons autochtones est la suivante:

Carcharinidés	<u>Carcharhinus</u> cf. <u>leucas</u>
Pristidés	<u>Pristis microdon</u>
Elopidae	<u>Megalops cyprinoides</u>
Elopidae	<u>Elops machnata</u>
Dussumiéridés	<u>Pellonulops madagascariensis</u>
Chanidés	<u>Chanos chanos</u>
Bagridés	<u>Arius madagascariensis</u>
Anguillidés	<u>Anguilla marmorata</u>
Anguillidés	<u>Anguilla australis</u>
Cyprinodontidés	<u>Pachypanchas homalonotus</u>
Mugilidés	<u>Liza macrolepis</u>
Mugilidés	<u>Mugil robustus</u>
Serranidés	<u>Ambassis commersoni</u>
Serranidés	<u>Ambassis kopsi</u>
Serranidés	<u>Kuhlia rupestris</u>
Lutjanidés	<u>Therapon jarbua</u>
Leiognathidés	<u>Lutianus argentimaculatus</u>
Leiognathidés	<u>Leiognathus equula</u>
Latilidés	<u>Gerres punctatus</u>
Carangidés	<u>Sillago sihama</u>
Chaetodontidés	<u>Caranx</u> sp.
Cichlidés	<u>Scatophagus tetracanthus</u>
Cichlidés	<u>Paretroplus petiti</u>
Gobiidés	<u>Paretroplus kieneri</u>
Eléotridés	<u>Gobius giuris</u>
	<u>Eleotris fusca</u>

Les espèces suivantes ont été introduites: Carassius auratus, Tilapia rendalli et Oreochromis macrochir.

8. Autres vertébrés

Il est fait état également de nombreux reptiles et batraciens et d'une

faune avicole très diversifiée (39 espèces identifiées). Il faut signaler notamment *Haliaeetus vocifer*, aigle pêcheur se nourrissant semble-t-il de tortues (Therezien 1966).

9. Activités humaines

La zone du lac Kinkony est très peu habitée et seulement par des paysans. Les pêcheurs professionnels exerçaient leur activité au lac Kinkony en plus de leurs travaux agricoles dominés par la riziculture et la culture du coton très importante dans la région. La production piscicole exploitée serait en ce moment de 700 t, les espèces dominantes étant *Megalops cyprinoides*, *Arius madagascariensis* et *Oreochromis macrochir*.

9.1.c LAC IHOTRY ET LAC NAMONTY

1. Géographie et morphométrie

Le lac Ihotry ($21^{\circ}50'S$, $43^{\circ}30'E$) et le lac Namonty ($6,53 \text{ km}^2$) sont situés dans une vaste cuvette au centre de la région dite du Bas Mangoky (Figure 9.7).

La superficie en hautes eaux est de $94,15 \text{ km}^2$ à la cote 48 m et celle à l'étiage de $8,65 \text{ km}^2$ à la cote 45,50. Le rivage marin à 30 km à l'W est séparé du lac par un barrage de dunes anciennes.

Seul le lac Ihotry sera étudié ici.

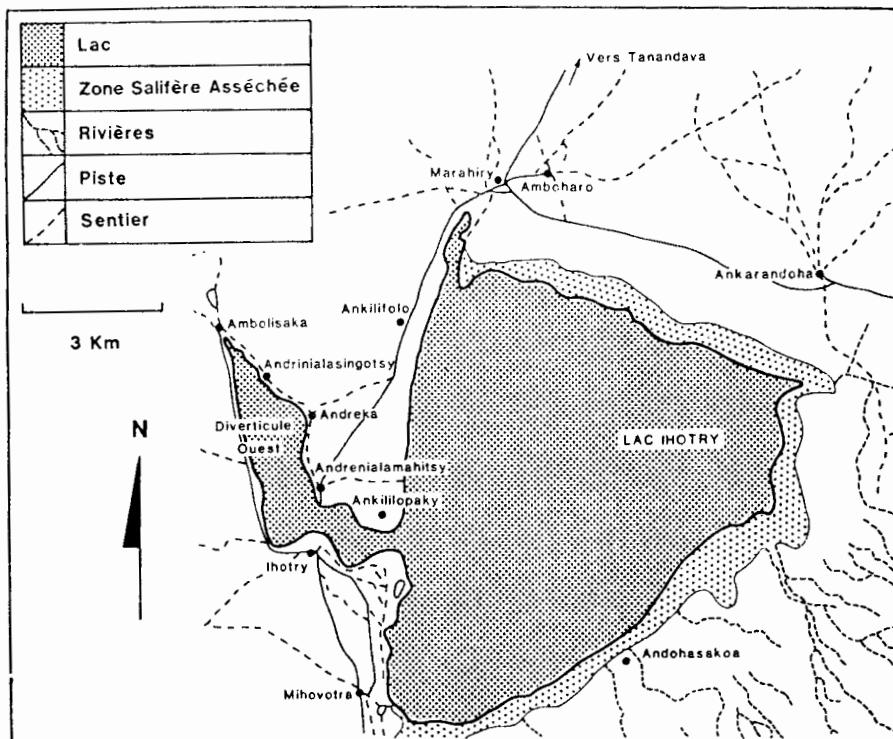


Fig. 9.7 Lac Ihotry (9.1.c)

2. Géologie et pédologie

Le lac s'est formé, en arrière du barrage dunaire, sur une zone légèrement synclinale ou tectoniquement abaissée, déterminant un bassin artésien dont la nappe s'alimente à l'E dans les calcaires éocènes, et se forme sous les sables roux quaternaires. Ceux-ci, épais d'une cinquantaine de mètres, superposés à des calcaires marneux éocènes, sont souvent imprégnés d'eau formant une nappe secondaire mal alimentée.

La dépression du lac lui-même, sur sol argilo-calcaire recouvert de sédiments vaseux récents, comprend deux parties. La première constitue le diverticule W, seul constamment en eau et n'occupant que 865 ha; la seconde vaste zone centrale (type sebkra) n'est complètement inondée qu'en fin de saison des pluies, généralement en mars et s'étend alors sur 8750 ha. L'alimentation du lac se fait donc d'une part, par des résurgences dans le diverticule W permanent, d'autre part et par intermittence, en saison des pluies, par la rivière Befandriana et une série de petites rivières parallèles, suivant la pente NW qui est approximativement celle des couches géologiques (Segalen et Moureaux 1948). Le lac Ihotry est un lac endoréïque.

3. Climat

BSmm₆ (Köppen)

2 saisons principales: saison sèche chaude, saison pluvieuse chaude.

Insolation:

Moy. ann.: 3700-3800 h. année⁻¹

Max. en août (env. 400 h), min. en janvier (env. 280 h).

Pluviométrie:

Moy. ann.: 455 mm

Max. en janvier (env. 120 mm) et février (env. 160 mm)

Durée moy. de la saison sèche: 260 jours.

Evaporation:

Evapotranspiration potentielle gazon: moy. ann. 1565 mm

Evapotranspiration réelle gazon: moy. ann. 455 mm.

Température de l'air:

Moy. ann.: 24,3°C

Max. en novembre (moy. vraie env. 31,2°C; moy. max. journ. 38,3°C;
moy. min. journ. 23,2°C).

Min. en juillet (moy. vraie 17,5°C; moy. max. journ. 24,5°C;
moy. min. journ. 11,5°C).

Le climat se caractérise par des fortes chaleurs (40°C en janvier-février) et une courte saison de pluies qui dure du 1er décembre à la fin février. Il faut ajouter à cela quelques orages à caractère très local en octobre et novembre. La saison fraîche dure de mai à début septembre. La température peut alors tomber la nuit à 15°C.

4. Hydrologie

D'après les habitants de la région, le lac n'est à sec que très exceptionnellement. La dernière sécheresse connue remonterait à 1927 (Petit 1930).

Vu les reliefs existants, le lac ne reçoit pas d'eau du Mangoky, grand fleuve coulant à 30 km au N.

Le régime hydrologique est lié au système des dépressions tropicales, avec saison des pluies commençant en décembre et s'achevant fin février.

L'évolution cyclique annuelle du lac est décrite ci-après: En fin de saison des pluies (1er mars), le lac est entièrement plein (sa profondeur maximale est de 3,80 m dans le diverticule W alors qu'elle atteint 2,50 m dans le grand plan d'eau). En juillet, dans le diverticule W, l'eau s'est retirée sur environ 100 m par rapport à sa position au niveau maximum et la profondeur a diminué de 1,50 m. Dans le grand plan d'eau, l'eau peut se retirer sur 1,5 km, en particulier à l'E; l'eau y est très boueuse, la profondeur n'excède pas 0,70 m. Plus tard dans la saison, le lac s'assèche encore et l'eau ne subsiste que dans le diverticule W.

5. Caractéristiques physiques et chimiques (voir tableau 9.3)

a) La forte salinité: les eaux sont connues comme pouvant atteindre des salinités supérieures à celle de la mer, aux périodes de fortes concentrations, pendant l'étiage. La plus forte chlorinité notée, qui n'est certainement pas le maximum réel possible, a été de 21 g/l. Les eaux sont au contraire très adoucies lorsque le lac est à sa cote maximale: la teneur en chlore est alors seulement de 1,3 g/l.

La salinité du lac Ihotry n'est pas d'origine marine. Les sels dissous sont apportés par les eaux continentales, concentrés dans la cuvette, par un bilan déficitaire de l'apport (nappes, ruisseaux et précipitations) sur l'évaporation. Les eaux du lac acquièrent leur composition propre, d'ailleurs variable selon les périodes. Mais par rapport à des eaux saumâtres d'origine marine, elles demeurent nettement caractérisées par une teneur relativement faible en Cl et des teneurs plus fortes en SO_4 et voisines en Ca (Tableau 9.3). Ces teneurs en Ca analogues à celles des eaux littorales lagunaires constituent l'élément le plus caractéristique. La richesse en SO_4 est au contraire un phénomène beaucoup plus général, observé également dans les étangs saumâtres littoraux, en raison du confinement des milieux.

b) Les autres paramètres observés

Des analyses d'eau effectuées à une époque où le lac se trouvait à une cote intermédiaire entre la crue et l'étiage (v. tableau 9.4) ont révélé une turbidité très importante, surtout dans le lac lui-même où le disque de Secchi disparaît à 25 cm de profondeur; le caractère alcalin de l'eau (pH 7,6; alcalinité totale comprise entre 1,8 et 2,5 ml/l); la teneur élevée en NH_4 (0,5 à 2 mg/l) et en P (1,5 mg/l); la faible teneur en oxygène (4,5 à 9,2 mg/l) qui

Tableau 9.3: Compositions ioniques comparées du lac Ihotry et de l'eau de mer (g/l)

	Cl	Na	SO ₄	Mg	Ca	K	HCO ₃
Eau de mer moyenne	18,980	10,556	2,650	1,272	0,400	0,380	0,140
Lac Ihotry							
Octobre	21,000	12,900	7,900	1,250	1,900	(-)	0,110
Juillet	7,062	4,200	1,642	0,375	0,382	0,090	0,168
Mars	1,464	0,975	0,767	0,095	0,232	0,036	0,128
Moy. 15 éch.	5,952	3,617	1,736	0,374	0,522	0,098	0,166

Tableau 9.4: Paramètres physico-chimiques du lac Ihotry mesurés en septembre

No. station	1 (+)	2 (+)	3 (+)	4	5	6
T° eau	28	27	26,5	26	27	27,5
Profondeur (m)	1,80	1,70	1,00	0,80	0,70	0,60
Turbidité (m)	0,80	0,75	0,60	0,30	0,25	0,25
pH	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
Alcalinité totale (meq/l)	2,5	2,5	2,5	1,8	1,8	1,8
NH ₄ (mg/l)	0,85	1,25	2,00	0,50	0,65	0,50
NO ₃ (mg/l)	traces	traces	traces	traces	traces	traces
P (mg/l)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Fe (mg/l)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
O ₂ (mg/l)	5,12	5,12	4,10	3,45	4,61	4,20
Salinité						
NaCl (g/l)	4,6	4,9	6,3	6,8	6,8	9,2
Conductivité (10^{-6} S.cm ⁻¹)	2000	1800	2000	2000	1900	2100
Plancton (cm ³ /m ³)	30	20	20	10	30	30

(+) Stations situées dans le diverticule W, les stations 4, 5 et 6 étant dans le plan d'eau principal.

représente néanmoins 55 à 113% de saturation (des teneurs plus faibles sont sûrement observables en l'absence de vents en eaux profondes); la conductivité élevée ($2000 \cdot 10^{-6}$ S.cm⁻¹).

La salinité était à l'époque relativement faible: 4,6 à 9,2 g/l NaCl soit 13 à 26% de celle de la mer. Cette salinité est plus élevée dans le plan d'eau principal que dans le diverticule W.

Naturellement, en raison du climat et du régime hydrologique, la température et la salinité présentent des variations cycliques annuelles nettes mais il n'y a pas de stratification.

6. Flore

Hors de la zone salifère sèche entourant le lac, et sur les sables, est établi un bush xérophile dégradé. Des eaux du lac jusqu'au bush, et en fonction des teneurs salines décroissantes, on trouve Chara zeylanica, Salicornia pachygastera, Cressa cretica, Arthrocnemum indicum, Sporobolus virginicus et Sclerodactylon macrostachyum, celui-ci à la limite de la zone halophile, le bush étant au delà.

Ces divers groupements sont le plus souvent monophytiques, formant des ceintures bien individualisées, souvent séparées par des espaces nus de sable ou de limon. Les peuplements mixtes sont rares, présentant alors une large dominance d'une espèce sur l'autre ou sur les autres.

7. Invertébrés

Les invertébrés ont été étudiés par Mars et Richard-Vindard (1972) à la suite de prélèvements à différentes époques de l'année. Le lac Ihotry se caractérise par sa relative pauvreté. En basses eaux, le fond est tapissé pratiquement uniquement de coléoptères. En hautes eaux, les rives envahies sont un peu plus riches en espèces aquatiques: Gastéropodes (dont Planorbis), Coléoptères (dont Dytiscidés), Libellulidés (larves), Notonectes et Naucres.

8. Poissons

Le peuplement piscicole est composé d'une seule espèce introduite : Tilapia rendalli, habituellement dulçaquicole stricte, présentant dans ce lac une intéressante adaptation à de très fortes salinités rendue possible, semble-t-il, par la composition ionique du milieu. La production maximale équilibrée est évaluée à 153 t.

9. Autres vertébrés

La région du lac Ihotry et du lac Namonty est caractérisée par une très riche avifaune aquatique et terrestre donnant lieu à une certaine activité de chasse à laquelle échappe, en principe, une nombreuse colonie de flamants roses, Phoeniconaias minor tolérant relativement bien la salinité des eaux. Un projet de parc national sur la région a été abandonné.

9.1.d LAC ITASY

1. Géographie (fig. 9.8)

Le lac Itasy est un lac de barrage volcanique d'une superficie de 35 km²; il se situe à 135 km à l'W de Tananarive, par 19°7' S et 46°45' E. Sa cote moyenne est à 1221 m, avec des variations de 1,25 à 1,50 m au total, en année de pluviométrie normale.

Le lac Itasy a été autrefois deux à trois fois plus étendu que

maintenant mais ses parties orientales et méridionales ont été colmatées par les apports alluvionnaires de différentes rivières qui l'alimentent; en effet, le lac reçoit à son extrémité E une rivière de faible importance: l'Andranomena qui parvient dans le lac à travers des marais à *Cyperus madagascariensis* et à *Eichhornia crassipes*. Sur sa rive S, le lac reçoit deux autres rivières: la Matiandrano et la Fitandambo qui aboutissent également dans le lac en traversant un grand marais.

Le niveau actuel du lac est inférieur à son niveau primitif de 25 m environ. Cet abaissement est vraisemblablement dû à l'entaille, par la rivière Lily, actuel exutoire du lac, du seuil rocheux servant maintenant de déversoir. La Lily prend naissance près d'Ampefy, au NW du lac et rejoint la Sakay, affluent de la Tsiribihina, qui se jette dans le canal de Mozambique.

Le lac est entouré de reliefs aux formes arrondies, caractéristiques des massifs anciens, et les bords sont en général assez abrupts, sauf, cependant, aux endroits où les grands marécages sont contigus au lac (marais de Fitandambo au S, de Maratsiazoo à l'W). En outre, le lac est bordé à l'W par un massif volcanique (voir plus loin). L'ensemble de ces reliefs est dépourvu de végétation en dehors de graminées servant de pâture aux boeufs et brûlées en fin de saison sèche.

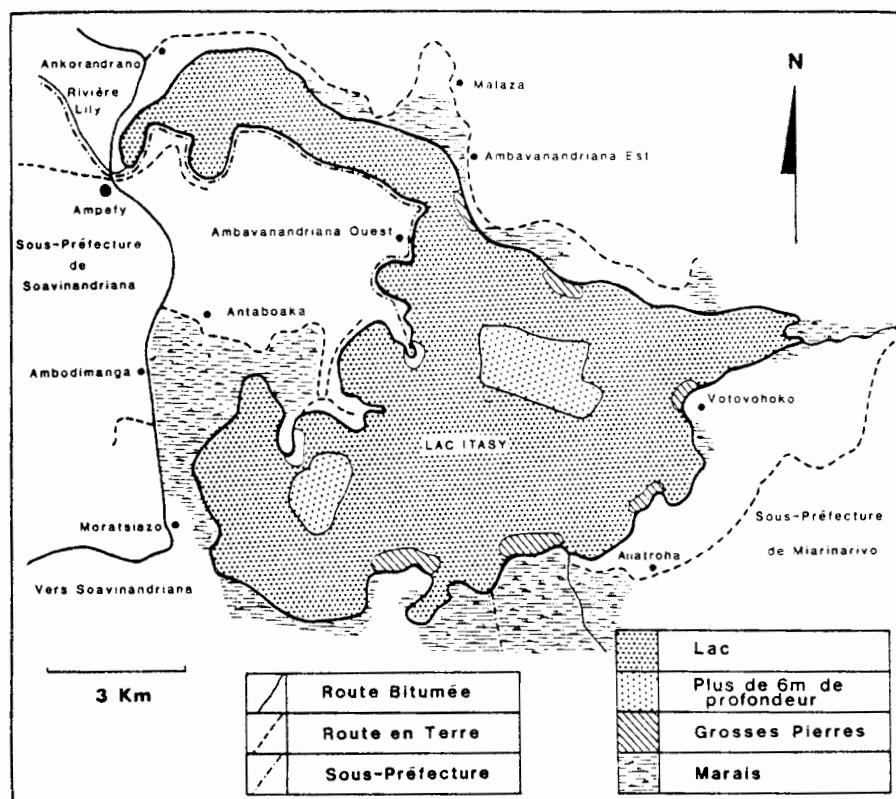


Fig. 9.8 Lac Itasy (9.1.d)

2. Géologie

Le lac Itasy est situé sur des terrains cristallins anciens du Précrambien. Ces derniers sont essentiellement constitués de gneiss et de granits stratoïdes de la série du graphite. Immédiatement à l'W du lac, et venant même à son contact dans la région de Moratsiazo, se trouve le massif volcanique de l'Itasy qui ressemble beaucoup à celui de la chaîne des Puys, dans le Massif Central français. Il date de l'ère quaternaire et s'allonge sur 30 km environ du N au S. Il présente encore toute une série de formes volcaniques jeunes et très caractéristiques. Ce massif, en venant se surimposer à une ancienne topographie, a barré le cours de trois rivières qui s'écoulent vers l'W et c'est le barrage de l'une de ces rivières, la Lily, qui a créé le lac volcanique de retenue qu'est l'Itasy.

3. Pédologie

Les terrains cristallins anciens portent des sols ferrallitiques rouges, lessivés et acides. Ceux-ci sont peu évolués et limoneux sur les fortes pentes; ils sont rajeunis et plus ou moins argileux sur les terrains disséqués de l'ancienne surface d'érosion de Miarinarivo qui recouvre la région NE du lac (Bourgeat 1972). Sur la bordure de cette ancienne surface, les zones d'érosion ou "lavaka" sont peu nombreuses mais tout de même susceptibles de livrer des matériaux limoneux.

La partie occidentale du bassin du lac, bordée de reliefs volcaniques déjà évoqués, est couverte de sols "andos" riches au point de vue chimique et également en matière organique. Ces sols sont peu susceptibles d'érosion lorsqu'ils sont maintenus sous leur couvert graminéen très dense. Il n'en est pas de même lorsque la pratique des feux de brousse, régulière en fin de saison sèche, détruit la couverture végétale.

En dehors des reliefs volcaniques, des projections ont recouvert une paléotopographie ancienne et des sols bruns andos fossilisent des sols rouges ferrallitiques formés sur socle ancien.

Bien que ces sols andos soient plus rares à l'E qu'à l'W du lac, il est possible qu'une mince couche de cendres se soit déposée dans le lac lui-même au moment des éruptions.

Au centre de la dépression, dans le lac Itasy lui-même, le sol est constitué de sédiments peu riches en matière organique car il n'y a pas et il n'y a pas eu de développement d'une végétation aquatique, contrairement à ce qui survient au lac Alaotra. Sur les rivages du lac, des sols marécageux (sols hydromorphes, moyennement acides à gley) se sont individualisés sous une végétation de Cypéracées. Cette dernière est maintenant en nette régression à la suite des défrichements et de la mise en rizière.

4. Climat

BSmw₄a (Köppen, figure 9.3)

Le climat de la région du lac Itasy et plus spécialement celui

d'Analavory, chef-lieu de canton situé au NW du lac, est caractérisé par une pluviométrie de l'ordre de 1500 mm, dont 1300 mm tombent en moyenne en 78 jours se répartissant sur les mois de novembre, décembre, janvier, février et mars. Les pluies ont surtout lieu sous forme d'orages violents; la petite pluie fine et continue sur une journée est très rare. Les journées ensoleillées sont, en revanche, fréquentes. Il s'agit du climat des Hauts Plateaux avec influence de la côte W.

Saisons:

2 saisons principales: saison sèche froide; saison pluvieuse chaude.

Insolation:

Moy. ann.: 2700-2800 h. année⁻¹
Max. en octobre (env. 280 h), min. en janvier (env. 190 h).

Pluviométrie:

Moy. ann.: 1500 mm
Max. en janvier (env. 320 mm) et février (env. 300 mm)
Durée moy. de la saison sèche: 190 jours.

Evaporation:

Evapotranspiration potentielle gazon: moy. ann. 950 mm
Evapotranspiration réelle gazon: moy. ann. 850 mm.

Température de l'air:

Moy. ann.: 19°C
Max. en janvier (moy. vraie env. 21°C; moy. max. journ. 26,8°C; moy. min. journ. 15,2°C)
Min. en juillet (moy. vraie 15,5°C; moy. max. journ. 23,0°C; moy. min. journ. 8,4°C).

La température moyenne annuelle est de 19°C avec des moyennes mensuelles de l'ordre de 21°C en décembre (saison chaude) et de 16°C en juillet (saison froide). Les températures maxima enregistrées en décembre, janvier, février sont de l'ordre de 30°C et les températures minima sont de 6°C environ en juillet-août. Il y a donc une saison froide très nette. Il faut noter enfin que les vents dominants, quelle que soit la saison, sont les vents d'E (notamment alizés en saison fraîche).

5. Profondeur et hydrologie

Les profondeurs maximales observées sont de l'ordre de 6,50 m et se trouvent au S de ce qu'on appelle localement l'Ilot boisé. La profondeur maximale est atteinte dès le mois de février et les eaux commencent à baisser en avril, l'étiage survenant en octobre.

6. Conditions physico-chimiques (voir tableau 9.5)

Tableau 9.5: Caractéristiques du lac Itasy

Paramètres	Valeur
Superficie	35 km ²
Cote moyenne	1221 m
Nature du fond	compact, dépôts volcaniques, peu de sable
<u>Facteurs physiques</u>	
Couleur de l'eau	brun-vert
Z max. (m)	6,50
Temp. eau surface (°C)	18 à 27,5
Transparence (m)	0,85 à 1,65
pH	6,8 à 7,45
T.A.C. (meq/l)	0,40 à 0,80
Conductivité (10 ⁻⁶ S.cm ⁻¹)	65 à 105
Extrait sec (mg/l)	10 à 135
<u>Facteurs chimiques</u>	
Oxygène, % saturation:	
- surface	100
- fond	minimum: 70
Mat. org. (milieu acide)	1,4 à 21,6
Mat. org. (milieu alcalin)	0,3 à 18
Dureté totale	1,3 à 3,5
Ions (mg/l)	
P	0,8
NH ₄	0,09
NO ₃	1,50
SO ₄	0,01
CO ₂ (total)	35,0
Cl	2,3
SiO ₂	2,0
Na	5,0
K	3,5
Ca	2,3
Mg	2
Fer	0,10
<u>Facteurs biologiques</u>	
Quantité globale de plancton (cm ³ /m ³)	5,5 à 15,5
Nombre de genres dans le phytoplancton	
- Cyanophycées	7
- Chlorophycées	16
- Desmidiées	8
- Bacillariophycées	12
- Chrysophycées	1
- Euglénophycées	1
Total	45
<u>Zooplancton et benthos</u>	
Nombre de genres identifiés	15
Non identifiés	oui

7. Flore

Les végétaux aquatiques peuplant les marais limitrophes au S et à l'E du lac sont, pour l'essentiel, Cyperus madagascariensis et Phragmites spp. auxquels il faut ajouter Nymphaea stellata, Najas australis, Jussiaea spp., Polygonum spp. et Eichhornia crassipes.

La quantité globale de plancton (de 6 à 18 cm³/m³ selon l'époque de l'année) subit des variations cycliques annuelles en rapport avec celles de la température et de l'ensoleillement. Le phytoplancton est très diversifié car il comporte 45 genres identifiés parmi lesquels les Cyanophycées et les Chlorophycées sont dominantes (Moreau 1979).

8. Invertébrés

Le zooplancton et le benthos sont également très riches en espèces. Rotifères, Copépodes, Nématodes, Turbellariés, Gastrotriches, Tardigrades, Mollusques, Crustacés et Insectes aquatiques sont très abondants.

9. Poissons

Parmi les espèces peuplant le lac Itasy, certaines sont autochtones de Madagascar et d'autres ont été introduites par l'homme. La liste est la suivante:

Espèces autochtones:

Anguillidés	<u>Anguilla mossambica</u> ; <u>A. nebulosa labiata</u> (très rare)
Cichlidés	<u>Paratilapia polleni</u> (ce poisson endémique de Madagascar a été introduit au lac Itasy en 1924)
Eleotridés	<u>Eleotris legendrei</u>
Gobiidés	<u>Gobius macrorhynchus</u>

Espèces introduites:

Centrarchidés	<u>Micropterus salmoides</u> introduit en 1963
Cichlidés	<u>Tilapia rendalli</u> introduit en 1955; <u>Oreochromis niloticus</u> introduit en 1962; <u>Tilapia</u> dit "trois quarts": population hybride apparue en 1964
Cyprinidés	<u>Carassius auratus</u> introduit au début du siècle; <u>Cyprinus carpio</u> introduit en 1930

10. Activités humaines

La pêche

Dans la période 1972-1977, la production exploitée variait, selon les années, entre 250 et 300 t. En 1976, la composition des captures étaient celle énoncée ci-dessous; la disparition prochaine de l'hybride et son remplacement par O. niloticus étant prévisibles à court terme.

	% en nombre	% en poids
<u>Tilapia</u> dit Trois quarts	56,2	38,8
<u>O. niloticus</u>	40	55
<u>T. rendalli</u>	0,3	0,2
<u>Cyprinus carpio</u>	2	3
<u>Micropterus salmoides</u>	1,5	3
Autres espèces	+	+

Les pêcheurs du lac Itasy sont aussi agriculteurs, vu la vocation agricole de la région due à la remarquable richesse des sols. La pêche est maximale en dehors des périodes de forte activité agricole (d'avril à novembre).

9.1.e LACS ASSOCIES AUX FLEUVES BETSIBOKA ET KAMORO

1. Géographie

Le bassin versant en question ($15^{\circ}30'$ - 17° S, $46^{\circ}30'$ - $47^{\circ}30'$ E) a une superficie totale de 50 000 km² (figure 9.9).

Dans leur cours inférieur, et avant leur delta, les fleuves Betsiboka et Kamoro, au NW de Madagascar, sont bordés respectivement de 65 et 80 lacs environ, de toutes superficies, regroupés pour la présente étude. Certains plans d'eau de petite surface et particulièrement peu profonds sont temporairement complètement asséchés en fin de saison sèche. L'ensemble de ces lacs, permanents ou temporaires, sont désignés, localement, sous le terme général de "matsabory"; ce mot est en usage sur toute la côte W de Madagascar.

2. Géologie

La région présente les sous-sols suivants: argile et marnes calcaires dans la partie N (la moitié de la zone concernée), calcaires et grès dans la partie centrale (environ un tiers), socle cristallin ancien au S.

3. Pédologie

Les sols sont des alluvions latéritiques récentes amenées par les différents cours d'eau lors de leurs crues et arrachées aux bassins versants dans leurs parties amont lors des pluies violentes du début de la saison pluvieuse. Certaines dépressions présentent des zones de sol hydromorphe.

4. Climat

Amw₄a (Köppen)

2 saisons principales: saison sèche chaude; saison pluvieuse chaude

Insolation:

Moy. ann.: 3500 h. année⁻¹
Max. en octobre; min. en janvier

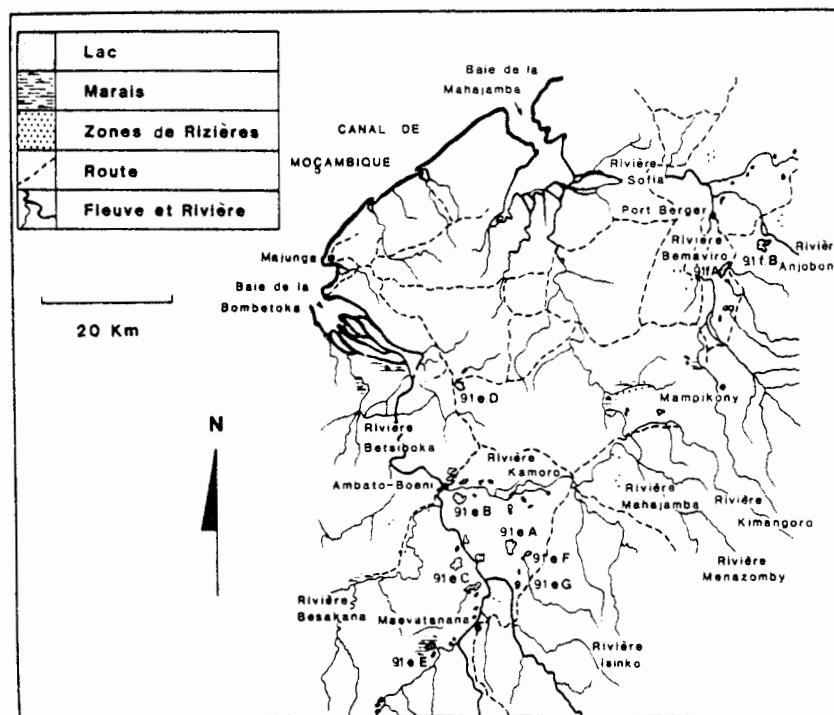


Fig. 9.9 Lacs associés aux fleuves Betsiboka et Kamoro (9.1.e) et Bemarivo (9.1.f): 9.1.e.A Lac Amparihibe-Sud, 9.1.e. B Lac Ambanja, 9.1.e.C Lac Bendrony, 9.1.e.D Lac Amboromalandy, 9.1.e.E Lac Kamotro, 9.1.e.F Lac Komadio, 9.1.e.G Lac Bekopoly; 9.1.f.A Lac Amparihibe-Nord, 9.1.f.B Lac Tsény

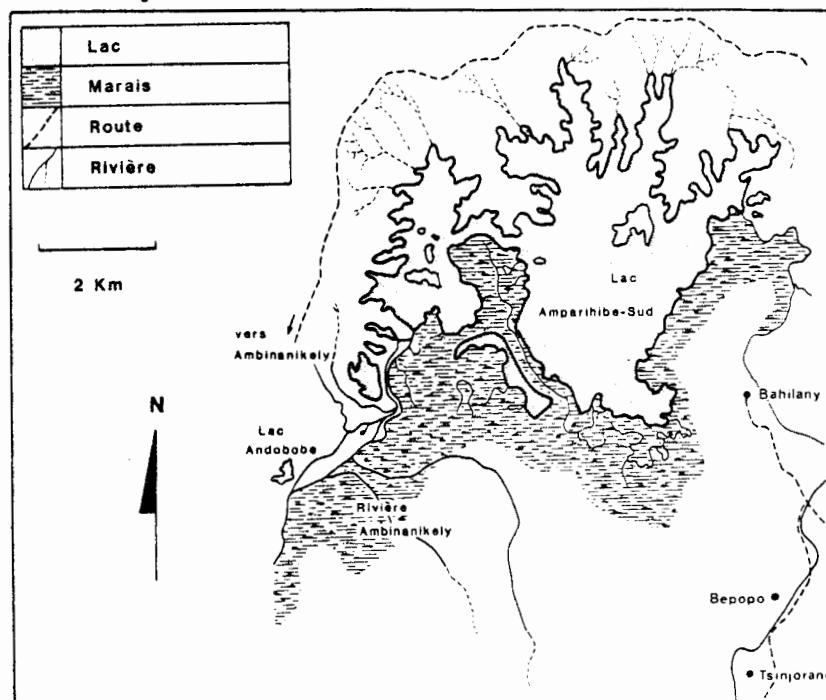


Fig. 9.10 Lac Amparihibe-Sud (9.1.f.A)

Pluviométrie:

Moy. ann.: 1650 mm
Max. en janvier (env. 550 mm) et février (env. 350 mm)
Durée moy. de la saison sèche: 260 jours

Température de l'air:

Moy. ann.: 27°C
Max. en janvier (moy. vraie env. 28°C; moy. max. journ. 35°C; moy. min. journ. 23°C)
Min. en juillet (moy. vraie 23°C; moy. max. journ. 29°C; moy. min. journ. 17°C)

Le climat est typique des régions tropicales de plaine. La saison sèche dure d'avril à novembre; les températures sont toujours élevées et peuvent dépasser 35°C. Les précipitations surviennent de décembre à mars, essentiellement sous la forme de fortes pluies d'orage.

5. Hydrologie

Le remplissage et la vidange des lacs sont sous l'étroite dépendance des crues des deux grands fleuves (novembre et surtout décembre) qui établissent des intercommunications entre les lacs et les cours d'eau. La découverte s'amorce en avril; elle s'achève en octobre. Dans les grands lacs, la différence de cote entre la crue et l'étiage peut atteindre 4 m.

Les lacs les plus importants et les plus étudiés sont:

Le lac Amparibé-S : 6 à 12 km²; alt. 27 m (figure 9.10)
Le lac Ambanja : 7 à 10 km²; alt. 13 m (figure 9.11)

Cependant, la région comporte environ 80 km² d'eau stagnante, les autres plans d'eau les plus importants étant les suivants:

Le lac Bendrony	: 5 km ² ;	alt. 28 m (fig. 9.12);
Le lac Amboromalandy	: 6,5 km ² ;	alt. 5 m;
Le lac Kamotro	: 5 km ² ;	alt. 5 m;
Le lac Komadio	: 3,34 km ² ;	alt. 49 m;
Le lac Bekopoly	: 4 km ² ;	alt. 32 m (en fait, 4 plans d'eau en communication);
Le lac Amparihinandriana	: 3 km ² ;	alt. 63 m.

Les observations suivantes concernent les lacs Amparibé-S et Ambanja.

6. Caractères physiques et chimiques

La température de l'eau est maximale en octobre-novembre (30 à 32°C) et minimale en juillet et août: (23 à 25°C). On connaît la composition suivante de l'eau de la Betsiboka à Ambodiroka, juste en amont du confluent avec l'Ikopa, c'est-à-dire à la sortie des plateaux cristallins.

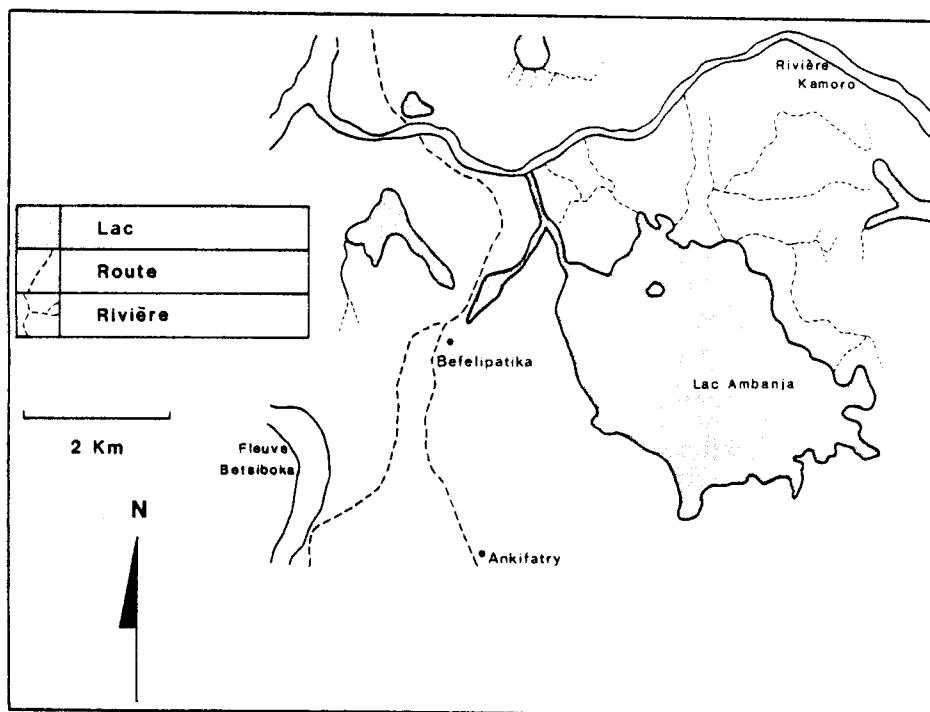


Fig. 9.11 Lac Ambanja (9.1.e.B)

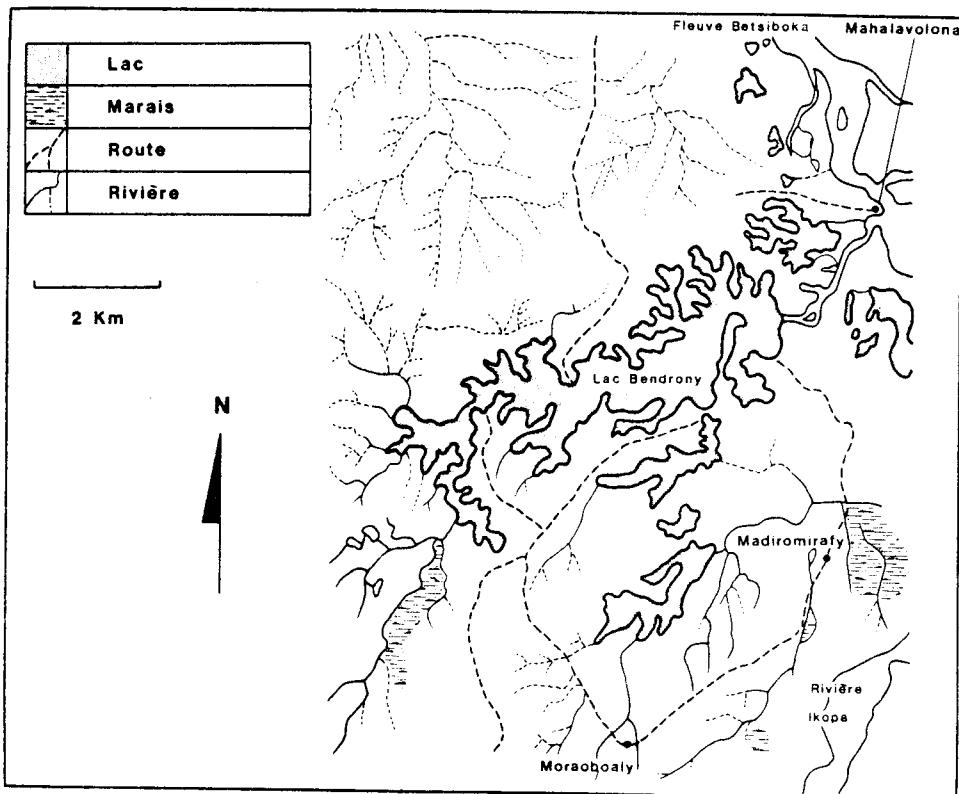


Fig. 9.12 Lac Bendrony (9.1.f.C)

pH	6,7
C1	2,8 mg/l
SO ₃	0,09 mg/l
SiO ₂	13 mg/l
Fe ₂ O ₃	3,5 mg/l
Al ₂ O ₃	0,2 mg/l
CaO	1,5 mg/l
MgO	4,7 mg/l
K ₂ O	2,2 mg/l
Na ₂ O	3,5 mg/l

7. Flore

Parmi les végétaux supérieurs aquatiques, Phragmites et Cyperus dominent largement, mais on trouve aussi en abondance Jussiaea sp., Polygonum sp., Eichhornia crassipes, Nymphaea stellata, Salvinia natans, Pistia stratiotes.

Le phytoplancton est très abondant mais peu diversifié, essentiellement constitué de Cyanophycées dont Microcystis. Par ailleurs, on trouve Pediastrum, Dinobryon, quelques Desmidiées et Bacillariophycées.

8. Invertébrés

Le zooplancton et le benthos sont, en revanche, assez diversifiés : 6 espèces de Protozoaires, 9 espèces de Rotifères, de nombreuses espèces de Nématodes, Turbellariés, Gastrotriches, Tardigrades, Cladocères, Copépodes, larves d'insectes. Ceux-ci sont d'ailleurs représentés par de nombreuses familles.

Il faut signaler aussi la présence de nombreux crustacés des genres Caridina, Macrobranchium, Potamon et Hydrotelphusa qui représentent une richesse potentielle réelle en cas d'exploitation.

Les mollusques sont représentés par Biomphalaria madagascariensis, Bulinus mariei, Bulinus liratus, Anisus crassilabrum, Lymnaea hovarum.

La bilharziose existe dans toute la région, surtout la bilharziose vésicale à Schistosoma haematobium, mais on signale aussi la présence de cas de bilharziose intestinale à S. mansoni.

9. Poissons

Le peuplement piscicole comporte des espèces autochtones et d'autres introduites.

Espèces autochtones:

Pristidés	<u>Pristis microdon</u>
Elopidés	<u>Megalops cyprinoides</u>
Elopidés	<u>Elops machnata</u>
Dussumiéridés	<u>Pellonulops madagascariensis</u>
Chanidés	<u>Chanos chanos</u>
Bagridés	<u>Arius madagascariensis</u>

Anguillidés	<u>Anguilla marmorata</u>
Anguillidés	<u>Anguilla australis</u>
Cyprinodontidés	<u>Pachypanchax homalonotus</u>
Mugilidés	<u>Liza macrolepis</u>
Mugilidés	<u>Mugil robustus</u>
Serranidés	<u>Ambassis commersoni</u>
Serranidés	<u>Ambassis kopsi</u>
Chaetodontidés	<u>Scatophagus tetracanthus</u>
Cichlidés	<u>Paretroplus dami</u>
Cichlidés	<u>Paretroplus kieneri</u>
Cichlidés	<u>Paretroplus petiti</u>
Cichlidés	<u>Paratilapia polleni</u>
Gobiidés	<u>Gobius giuris</u>
Eléotridés	<u>Eleotris fusca</u>

Les espèces introduites sont Carassius auratus et Cyprinus carpio, ainsi que Tilapia rendalli, Oreochromis macrochir et O. mossambicus.

10. Autres vertébrés

Les vertébrés autres que les poissons comportent des reptiles des genres Liopholidophis, Sternotherus, Erymnocerus et Crocodylus niloticus; celui-ci était autrefois très abondant, mais a été pourchassé et se trouve maintenant menacé comme dans beaucoup de régions de Madagascar évoquées dans le présent ouvrage. Il faut signaler une avifaune abondante et diversifiée (36 espèces au minimum).

11. Activités humaines

La région est essentiellement agricole et même rizicole. Les deux agglomérations importantes sont Maevetanana et Ambatoboeni (20 000 hab. environ). La pêche est pratiquée sur la quasi-totalité des plans d'eau avec des engins diversifiés. Il faut signaler une pêche commerciale d'anguilles, malheureusement, sans doute, en voie d'extinction. La production exploitée de la région est d'environ 2000 t par an. Les espèces principales sont Oreochromis spp., Cyprinus carpio et Arius madagascariensis.

9.1.f LACS DU BASSIN DU FLEUVE BEMARIVO

1. Les milieux

Dans son cours inférieur, le fleuve Bemarivo et certains de ses affluents alimentent pendant leurs crues une trentaine de lacs offrant, semble-t-il, de fortes possibilités piscicoles mais n'ayant jamais fait l'objet d'une étude complète. Ces plans d'eau, toujours ceinturés de marais, se comportent, hydrologiquement, comme des plaines d'inondation (fig. 9.9).

L'environnement géologique, pédologique et climatique est voisin de celui du bassin de la Betsiboka, évoqué plus haut.

Parmi cet ensemble de lacs recouvrant au total environ 6000 ha en crue, il faut citer:

Le lac Amparibibe-N : 820 ha; alt. 33 m (fig. 9.13);
Le lac Tsény : 641 ha; alt. 53 m (fig. 9.14);
Le lac Antanambalavy : 293 ha; alt. 49 m;
Le lac Bevary : 245 ha; alt. 43 m.

Environ 30 autres lacs de plus de 20 ha. avec des marais limitrophes.

La superficie totale du bassin versant du fleuve Bemarivo est de 6500 km².

2. Faune piscicole et pêche

La faune est de tendance nettement dulçaquicole avec prédominance de Tilapia et Oreochromis et de C. carpio, toutes espèces introduites. La production potentielle de cette zone avait été estimée par Vincke (1972) à environ 300 tonnes.

9.1.g COURS INFÉRIEUR DE LA TSIRIBIHINA

1. Géographie et géologie

Le cours inférieur de la Tsiribihina, fleuve de la côte W (superficie totale du bassin versant 49 800 km²; 20°S; 44°30' - 45°30' E) comporte une grande quantité de lacs totalisant 80 km² de superficie en étiage et auxquels s'ajoutent d'importants marais (superficie exacte inconnue) inondés pendant les crues coïncidant avec celles du fleuve. Celui-ci alimente, en fait, ces milieux lacustres pour la plupart formés par d'anciens méandres du cours d'eau et de ses affluents.

Le sous-sol est calcaire et le sol est formé d'alluvions arrachées au bassin versant de la Tsiribihina qui s'étend très loin vers les Hauts Plateaux ce qui induit la présence de particules latéritiques. Le climat est celui décrit pour le lac Ihotry et pour les lacs du bassin de la Betsiboka. Les eaux sont alcalines en étiage (pH 7,1 à 7,4) et acides en crue (pH 6,7) en raison de l'érosion du bassin versant sévissant sur des sols acides en amont de la région étudiée.

Les lacs les plus importants sont les suivants:

Le lac Komanaomby (fig.9.16):	18 km ² ; alt. 4 m;
Le lac Hima (fig.9.17) (semi permanent):	1547 km ² ; alt. 5 m;
Le lac Andranomena-N (fig.9.18):	5,54 km ² ; alt. 18 m;
Le lac Andranomena-S:	7,7 km ² ; alt. 17 m;
Le lac Sakiara:	428 km ² ; alt. 12 m;
Le lac Iboboka:	3 km ² ; alt. 6 m,

et environ 20 autres lacs de plus de 20 ha (Kiener 1963).

2. Pêche

Au point de vue piscicole, ce système fluvio-lacustre passe pour le

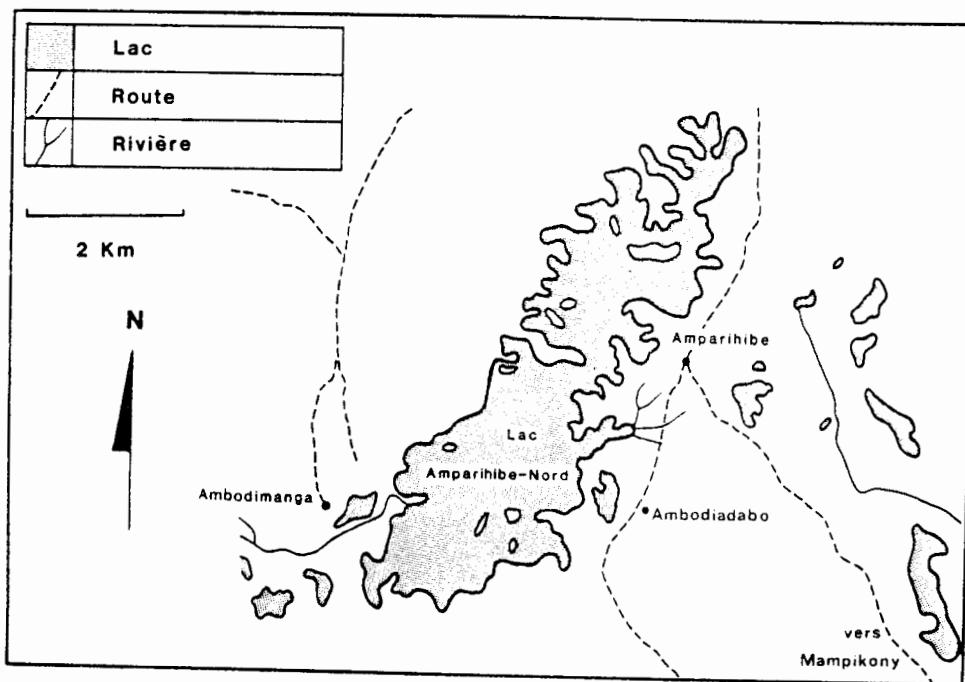


Fig. 9.13 Lac Amparihibe-Nord (9.1.f.A)

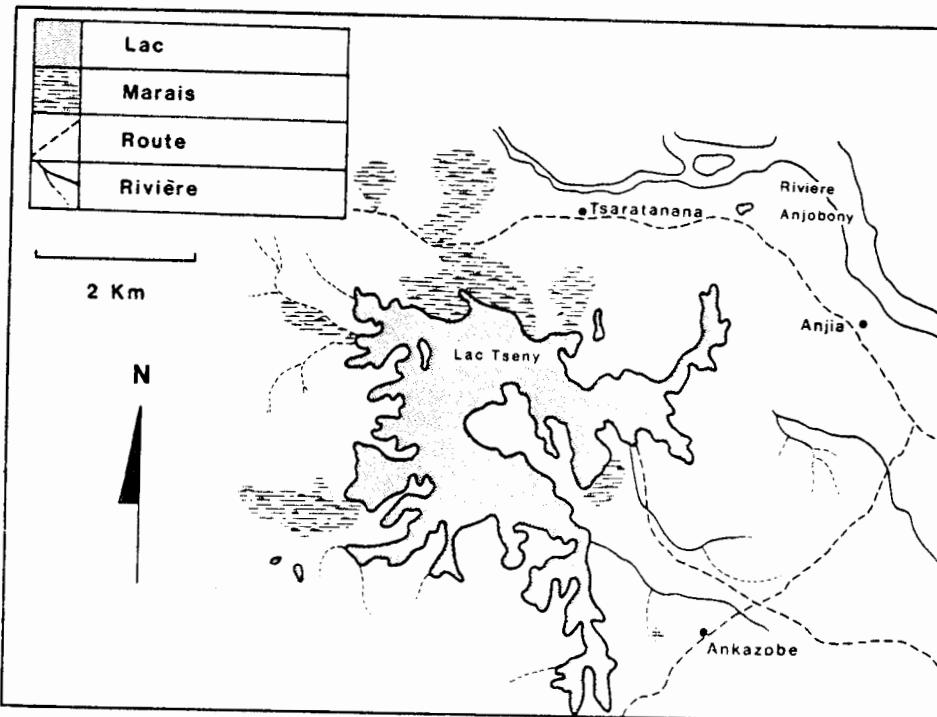


Fig. 9.14 Lac Tsény (9.1.f.B)

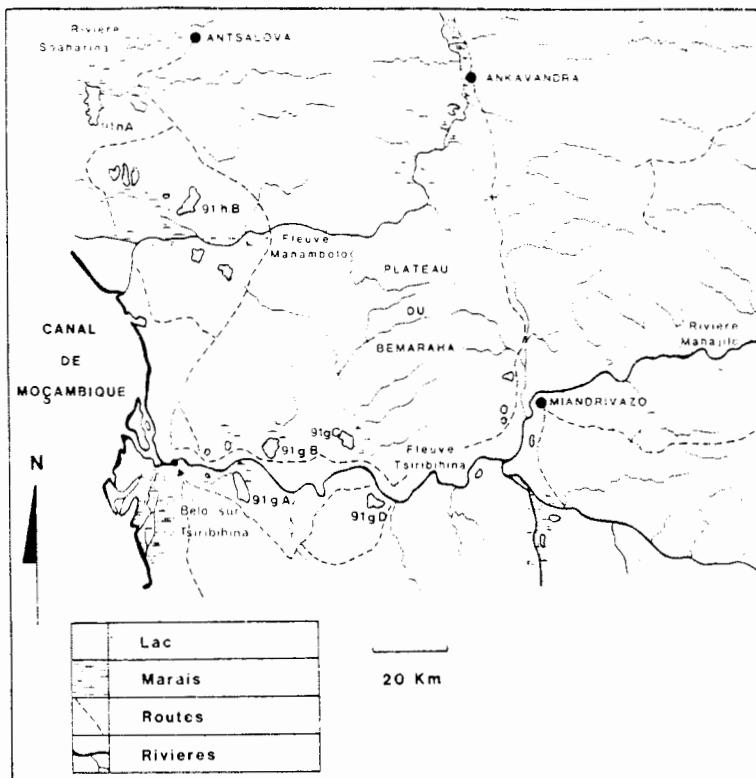


Fig. 9.15 Cours inférieur de la Tsiribihina (9.1.g), et des fleuves Soahanina et Manambolo (9.1.h): 9.1.g.A Lac Komanaomby, 9.1.g.B Lac Hima, 9.1.g.C Lac Andranomena-Nord, 9.1.g.D Lac Andranomena-Sud; 9.1.h.A Lac Benamba-Ouest, 9.1.h.B Lac Antosohlaly-Fenoanivo.

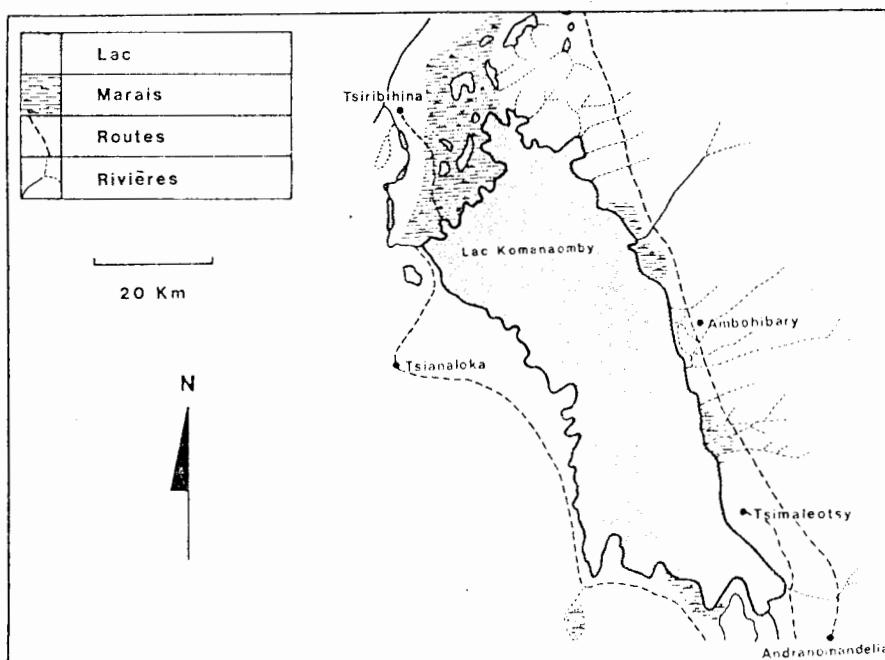


Fig. 9.16 Lac Komanaomby (9.1.g.A)

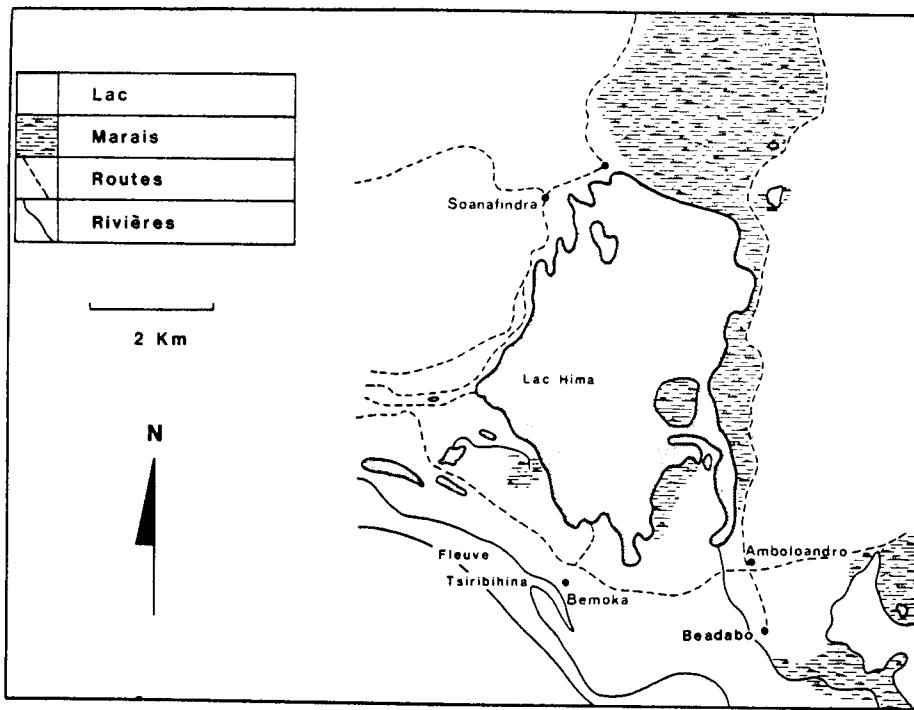


Fig. 9.17 Lac Hima (9.1.g.B)

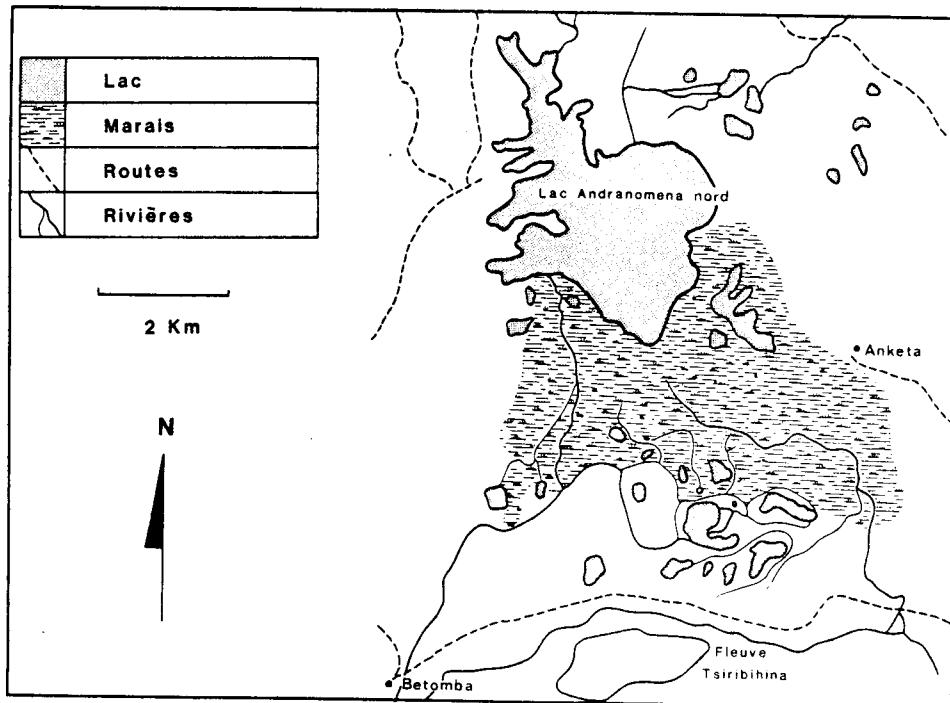


Fig. 9.18 Lac Andranomena-Nord (9.1.g.C)

plus poissonneux de tout Madagascar; il est peu exploité car la commercialisation est difficile en raison du mauvais état du réseau routier. Les espèces sont celles mentionnées dans le bassin de la Betsiboka. Il faut signaler une grande production de grosses carpes Cyprinus carpio, espèce introduite, ici comme ailleurs, à Madagascar.

9.1.h COURS INFÉRIEUR DES FLEUVES SOAHANINA ET MANAMBOLO (figure 9.15)

1. Géographie

Il s'agit de deux fleuves proches de la ville de Antsalova, à 100 km au N de la Tsiribihina. Système fluvio-lacustre de caractéristiques voisines de celui étudié ci-dessus. Il comporte environ 30 lacs plats recouvrant en étiage 70 km². Les lacs les plus importants sont les suivants:

Le lac Benamba-W (fig. 9.19) :	15,86 km ² ; alt. 2 m;
Le lac Antsohaly-Fenoarivo :	9,32 km ² ; alt. 15 m;
Le lac Masiadolo :	7,20 km ² ; alt. 5 m;
Le lac Soamalipo :	4,86 km ² ; alt. 18 m;
Le lac de Jamo :	3,89 km ² ; alt. 43 m;
Le lac Befotaka :	3,86 km ² ; alt. 30 m;
Le lac Masama :	3,85 km ² ; alt. 13 m;
Le lac Ankerika :	3,09 km ² ; alt. 8 m;
Le lac Sariaka :	2,45 km ² ; alt. 17 m.

La superficie totale du bassin versant est de 14 200 km².

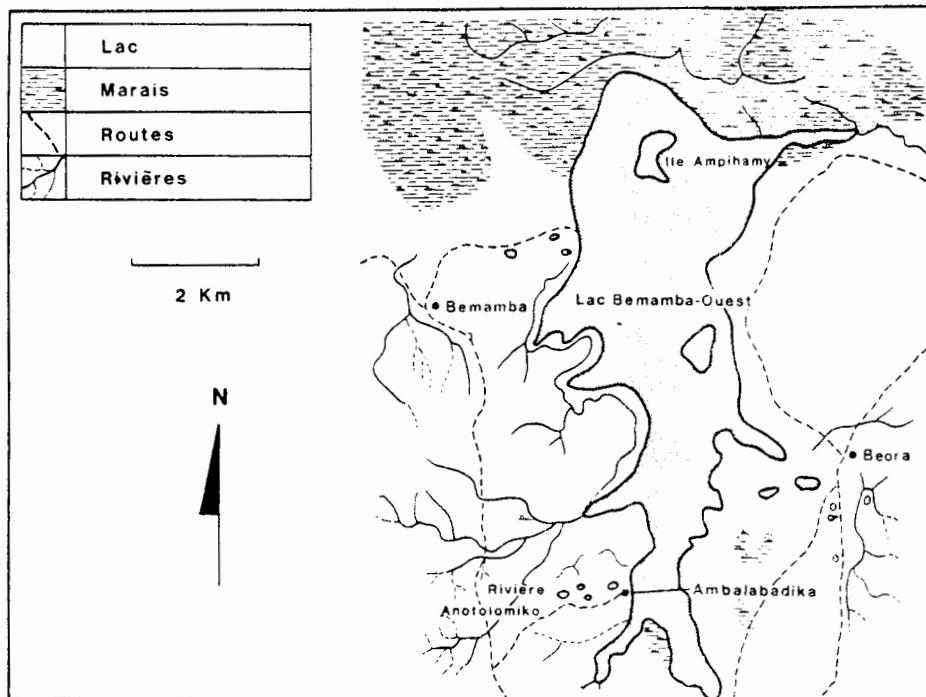


Fig. 9.19 Lac Bemamba (9.1.h.B)

2. Climat

Amw₇a (Köppen)

2 saisons principales: saison sèche chaude, saison pluvieuse chaude

Insolation:

Moy. ann.: 3500-3550 h.année⁻¹

Max. en novembre (env. 380 h), min. en février (env. 250 h)

Pluviométrie:

Moy. ann. 1100 mm

Max. en janvier (env. 250 mm) et février (env. 220 mm)

Durée moy. de la saison sèche: 280 jours

Evaporation:

Evapotranspiration potentielle gazon: moy. ann. 1090 mm

Evapotranspiration réelle gazon: moy. ann. 1150 mm

Température de l'air:

Moy. ann. 25,2°C

Max. en janvier (moy. vraie env. 28°C; moy. max. journ. 32°C; moy. min. journ. 24°C)

Min. en juillet (moy. vraie env. 21°C; moy. max. journ. 28,3°C; moy. min. journ. 18,5°C)

Le climat de cette région, très chaud, rappelle celui du bassin du lac Ihotry.

9.1.1 LACS PEU PROFONDS ISOLES

a) Le lac Tsimanampetsoa (24° S; 43°45' E) (fig. 9.20)

Lac plat isolé entre deux cordons dunaires parallèles à la côte W de l'île, au S de la ville de Tuléar. Sous-sol calcaire; climat tropical avec saison sèche (avril à novembre) et humide (décembre à mars) et température de l'air toujours élevée: 25 à 40°C.

Superficie: 16 km² en étiage (novembre) et 29 km² en crue (mars) altitude: 38 m. Profondeur maximale en étiage: 2 m. fond de sable enrichi en sulfate de chaux qui lui donne une couleur blanche prise également par l'eau, en cas de vent, de façon caractéristique. La forte concentration en sulfate de chaux interdit la vie piscicole (Kiener 1978). Lac très riche, en revanche, en mollusques, servant de nourriture à une forte colonie de flamants roses: Phoeniconaias minor. Le lac est endoréique.

b) Le lac Mandrozo

Système de trois lacs en communication, au moins en crue, et de marais et étangs; accès difficile. Ces plans d'eau n'ayant donc fait l'objet

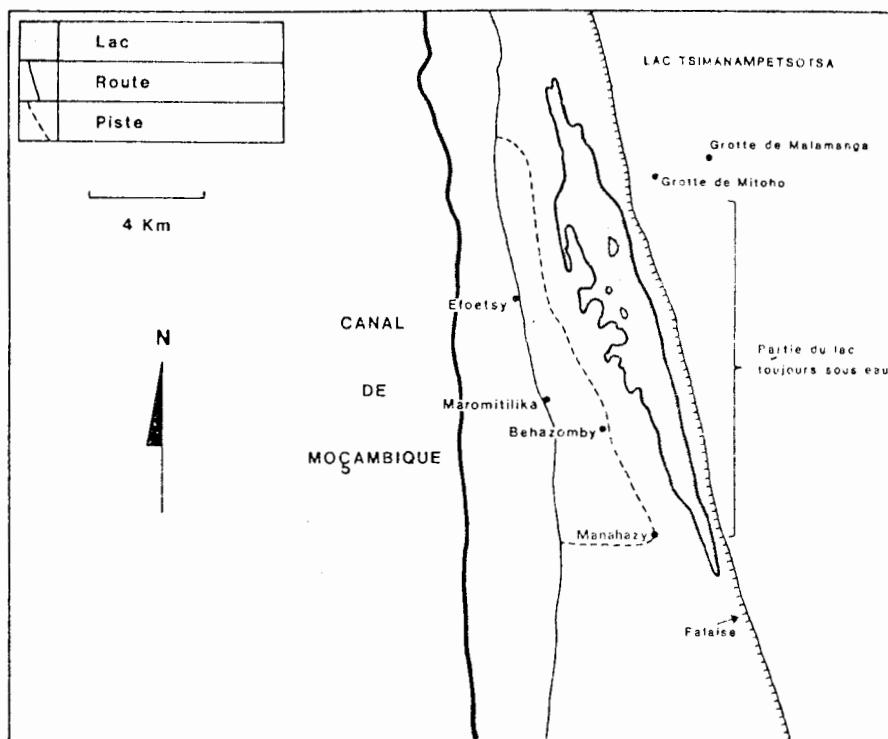


Fig. 9.20 Lac Tsimanampetsotsa (9.1.i.A)

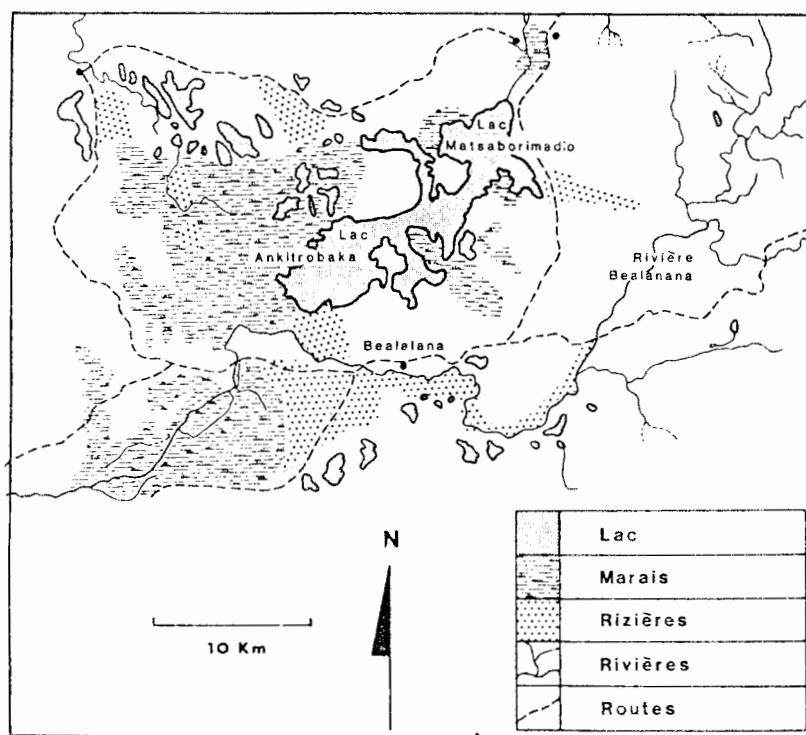


Fig. 9.21 Lac Ankitrobaka (9.1.i.C)

d'aucune observation limnologique ou ichtyologique. Superficie: 14,7 km²; altitude: 6 m; fonctionne sûrement comme une plaine d'inondation.

c) Le lac Ankitrakaka (14°30' S; 48°30' E) (fig. 9.21)

Dépression isolée avec plusieurs étangs et marais. Superficie: 7,42 km²; altitude: 1102 m.

d) Le marais Anketraka

Zone non étudiée à ce jour, seulement répertoriée par Kiener (1963). Il s'agirait d'un marais avec une mosaïque d'étangs, isolé semble-t-il de tout système fluvial. Superficie: 124,4 km²; altitude: 1097 m; grosses potentialités piscicoles.

9.2. LES EAUX SAUMATRES

9.2.a. LES LAGUNES ASSOCIEES AU CANAL DES PANGALANES DE TOAMASINA (TAMATAVE) A ANDEVORANTO

1. Géographie et géologie (18 à 20°S; 48°E)

Sur la côte E de Madagascar, entre les villes de Toamasina (Tamatave) et Farafangana, le littoral présente une série de lacs et de lagunes, autrefois isolés les uns des autres mais reliés depuis le début du siècle grâce au creusement d'un canal longeant le littoral marin et appelé localement "canal des Pangalanes" (fig.9.22). L'ensemble de ces plans d'eau recouvre une superficie de 180 km² d'eau libre, auxquels il faut ajouter d'importants marais inondés en crue mais dont la surface n'est pas évaluée avec certitude. Les observations figurant ci-dessous concernent les plans d'eau situés sur la partie N du canal des Pangalanes, sur les 100 premiers kilomètres au S de la ville de Tamatave. La superficie d'eaux dormantes est d'environ 110 km². L'ensemble hydrographique des Pangalanes est dans une plaine côtière étroite: 10 à 15 km de largeur, derrière un cordon littoral qui l'isole de la mer.

2. Géologie

La plaine côtière, d'origine lagunaire, repose sur des terrains anciens : alluvions gréseuses le long de la côte, sables quartziques et affleurements granitiques vers l'intérieur.

3. Pédologie

Différents types de sols peuvent être mis en évidence. Sur le littoral : sols humifères sur sable et sols lessivés sur alluvions fluviatiles (ceux-ci aux embouchures des fleuves côtiers). Dans la plaine, juste à l'E des lacs et souvent à leur contact : alluvions récentes sur terrains sédimentaires. Sur la limite W de la plaine :

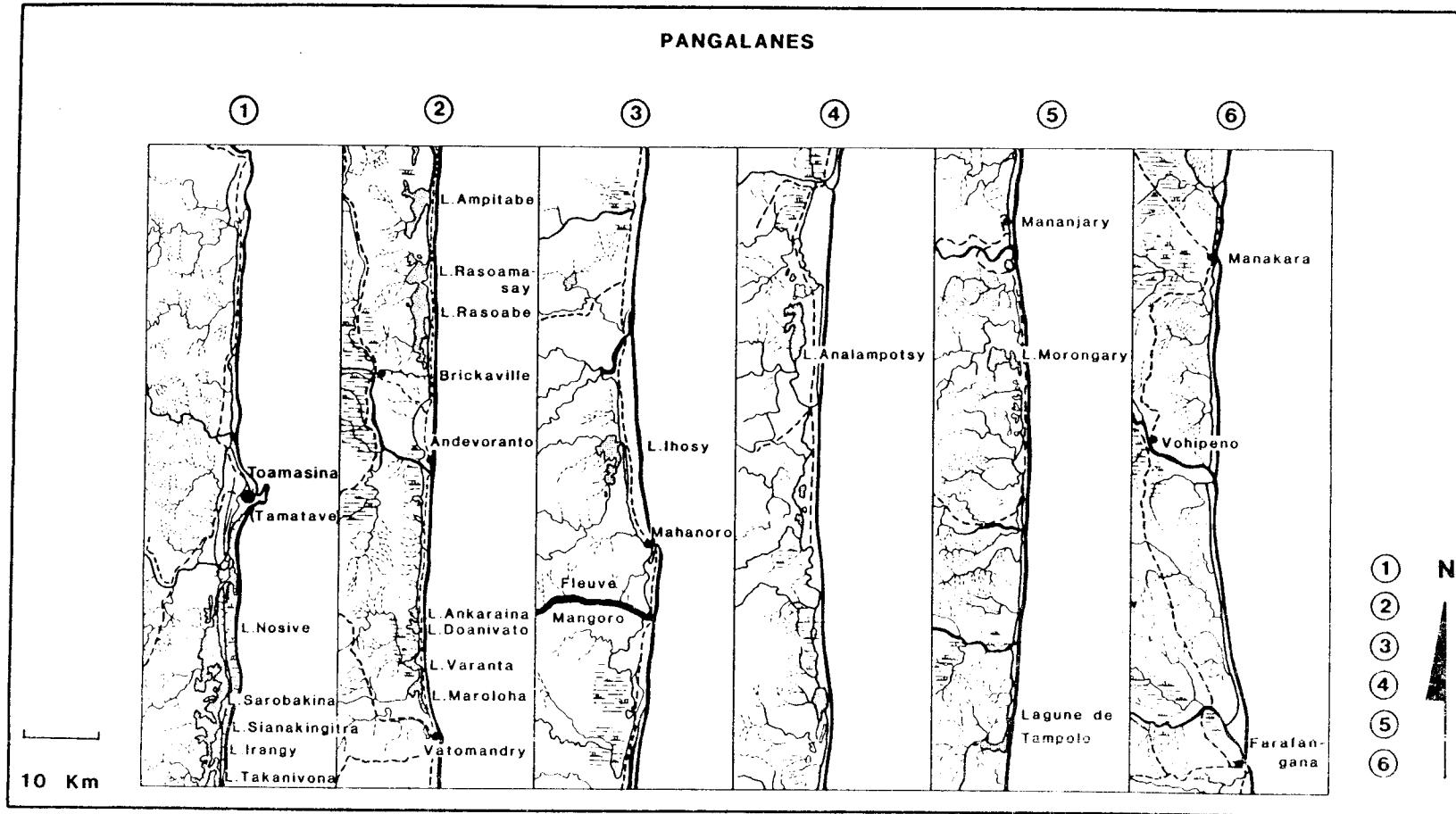


Fig. 9.22 Lagunes associées au canal des Pangalanes (9.2.a. et 9.2.b.)

sols ferralitiques sur alluvions anciennes. Dans les zones marécageuses et sur le fond de certains plans d'eau: sols hydromorphes.

4. Climat (fig. 9.3)

Afa (Köppen)

2 saisons principales: pluvieuse chaude, fraîche et pluvieuse.

Insolation:

Moy. ann.: 2500-2550 h. année⁻¹

Max. en octobre (env. 280 h), min. en janvier (env. 150 h).

Pluviométrie:

Moy. ann.: 3500 à 3550 mm

Max. en janvier (env. 400 mm) et février (env. 500 mm)

Durée moy. de la saison sèche: pas de mois sec.

Evaporation:

Evapotranspiration potentielle gazon: moy. ann. 1150 mm

Evapotranspiration réelle gazon: moy. ann. 1275 mm.

Température de l'air:

Moy. ann.: 24,1°C

Max. en janvier (moy. vraie env. 26,7°C; moy. max. journ. 30,5°C; moy. min. journ. 23,3°C)

Min. en juillet (moy. vraie 21,8°C; moy. max. journ. 25,5°C; moy. min. journ. 15,5°C).

Le climat de la zone considérée est celui de la côte E de Madagascar tel qu'il a été décrit dans la présentation générale et caractérisé par l'alternance de 4 saisons: 2 sèches et 2 pluvieuses.

La région est caractérisée par une très forte pluviométrie: 2500 à 3500 mm d'eau, tombant en 180 à 240 jours selon l'endroit et l'année.

5. Hydrologie

L'approvisionnement en eau de l'ensemble des plans d'eau a lieu par les pluies et l'eau de drainage des bassins versants; les crues étant très rapides et suivant très rapidement et de façon très marquée les importantes précipitations. Il faut ajouter les apports d'eau dus aux deux fleuves limitant, au N et au S, la zone d'étude: l'Ivondro et le Rianila dont les eaux sont en partie captées par le canal des Pangalanes qui prend alors une coloration ocre caractéristique. La période des hautes eaux va de novembre à avril.

Les lacs étudiés dans cette région sont les suivants, du N au S (figures 9.23 et 9.24):

- Le lac Nosivé: 35,7 km², le plus grand lac de la série; alt. 2 m; très diverticulé et s'étendant en longueur parallèlement à la côte.

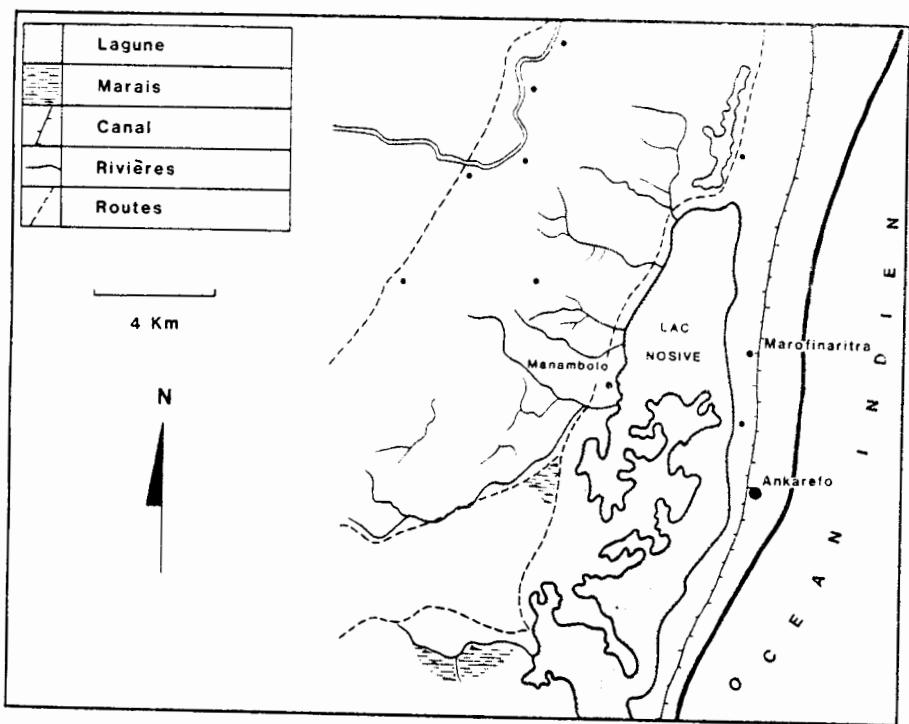


Fig. 9.23 Lac Nosive (9.2.a.A)

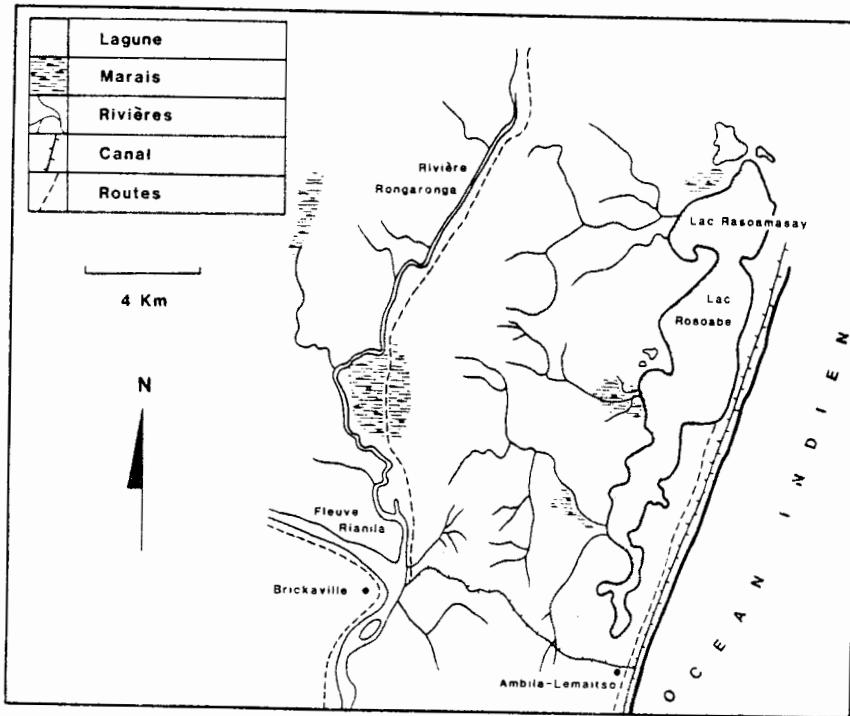


Fig. 9.24 Lac Rasoabe (9.2.a.H)

- Le lac Sarobakina: $8,8 \text{ km}^2$; alt. 2 m, communiquant directement avec le précédent par un court passage aménagé par l'homme.
- Les trois lacs Irangy, Takanivona et Antampina: $7,66 \text{ km}^2$; alt. 5 m (les deux premiers pourraient être considérés comme un seul lac, car ils sont sur la même rive du chenal, très large dans cette partie des Pangalanes).
- Le lac Ampitambé-Irangy ; $11,5 \text{ km}^2$; alt. 5 m;
- Le lac Rasoamasay: $6,36 \text{ km}^2$; alt. 6 m;
- Le lac Rasoabé: 20 km^2 ; alt. 4 m.

Il faut ajouter deux lacs de superficie plus modeste, proche des lacs Rasoamasay et Rasoabé: le lac Loakangady (134 ha) et le lac Anjanaborona (87 ha).

Les variations de cote des lacs sont de 1 à 2 m selon les années et les lacs. Les profondeurs les plus souvent observées sont de 3 à 7 m, les maximums (au lac Rasoabé) sont de 12 m.

6. Caractéristiques physiques et chimiques

L'étude la plus complète de ces plans d'eau est celle de Moulherat et Vincke (1968) comportant huit stations de prélèvement d'eau réparties dans ces différents lacs et visitées mensuellement pendant 14 mois.

Les eaux sont caractérisées par leur grande clarté; dans 50% des cas, le disque de Secchi était visible, une fois posé sur le fond.

La température de l'eau subit des variations saisonnières nettes en relation avec celles des températures de l'air. Elle est comprise entre 23°C (juillet) et 32°C (novembre). Les eaux sont légèrement acides; le pH variant de 6,5 à 7. La conductivité est élevée mais la chlorinité (teneur en NaCl) faible: 0,5 à 2,5 g/l: les lagunes reliées par le canal des Pangalanes sont donc pratiquement des lacs d'eau douce. Les caractéristiques physico-chimiques sont résumées au tableau 9.6.

7. Macrophytes

Les végétaux supérieurs les plus abondants sont: Eleocharis plantaginea, Typhonodorum lindlyanum, Cyperus madagascariensis, Cyperus latifolius et Pandanus sp. Plus rarement, on trouve Eichhornia crassipes, Jussiaea sp, Nymphaea sp.

8. Phytoplancton

Le phytoplancton est assez varié. Nous y trouvons une très grande richesse de formes de Diatomées, avec notamment des formes d'eaux saumâtres ou marine très intéressantes: par exemple Plantoniella, Chaetoceros (assez rarement vu), Coscinodiscus, ou Stephanodiscus, Biddulphia, etc. On rencontre aussi Surirella (très fréquent), Tabellaria, Amphora, Amphiprora, Melosira, Girosyigma, Fragilaria, Nitzschia, Bacillaria, Frustulia, Synedra, et bien d'autres genres. On

Tableau 9.6 Synthèse des analyses physico-chimiques d'après Moulherat et Vincke (1968) (concerne la moyenne annuelle calculée sur 12 mois)

SECTEURS (1)	IVONDRO	NOSIVE-N	NOSIVE-S	TAMPINA	AMPITABE	RASOAMASAY	RASOABE	RIANTLA	MER (2)
Turbidité (m) (3)	1.68	4.79	5.46	supérieur au fond prof. inf. 3m	6.32	4.83	1.00		
Salinité (mg/l)	241	455	591	1027	1096	546	405	239	35 000
Résidu sec (mg/l) (4)		505	1176	1467	1882	1100	1622	1243	34 500
Conductivité (10^{-6} S.cm $^{-1}$)	185	1009	1770	2433	3165	1894	1072	2179	50 000
pH	6.7	6.8	6.8	6.9	6.9	6.9	6.8	6.8	7.7
Mat. organiques mil. acide (4)	280	255	468	505	455	255	185	305	
PO ₄ (mg/l)	4	0.8	0.7	0.5	1	10	15		
SO ₄ (mg/l)				entre 0 minimum et 875 mg/l "zones sous influence marine"					2726
Ca (mg/l)		9.40	9.40			13.80	7.20		416
Mg (mg/l)		17.02	27.85			29.49	20.29		1309
Na (mg/l)		140	280			355	180		10 860
K (mg/l)		3	8.40			10	12		
Azote (mg/l) (4)	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	
Plancton (cm 3 /m 3)	15	8	5	8	6	8	5	10	

(1) Secteur concernant une ou plusieurs stations regroupées; dans ce cas la moyenne porte sur l'ensemble;

(2) Selon Kiener, 1966; (3) Visibilité du disque de Secchi en m.; (4) Décembre 1966 et décembre 1967

remarque aussi une certaine richesse en Desmidiées (11 espèces répertoriées). Le phytoplancton comporte d'autres Chlorophycées (7 espèces), ainsi que des Cyanophycées (3 espèces).

9. Invertébrés

Le zooplancton et le benthos sont en revanche peu diversifiés. On rencontre généralement parmi les Protozoaires: Arcella, Euglypha, Centropyxis; parmi les Rotifères: Keratella (Anurea) très fréquent, Hexarthra, Polyarthra (très fréquent), Brachionus et plus rarement Colurella, Lecane, Trichocerca et Filinia; parmi les Copépodes: des Calanoïdes, des Harpacticoides et plus rarement des Cyclopides. On trouve très peu de Cladocères et très rarement des Ostracodes.

La zone des Pangalanes présente de nombreuses crevettes des genres Macrobranchium et Metapenaeus et quelques mollusques notamment Pyrasus palustris et Melanoïdes tuberculata.

10. Poissons et pêche

La faune ichtyologique des eaux saumâtres malgaches et principalement celle de la zone des Pangalanes, se caractérise par sa très grande diversité: 61 espèces répertoriées réparties dans 39 familles. Cette ichtyofaune est caractérisée par le pourcentage inhabituellement élevé d'espèces zoophages et ichtyophages qui constituent plus de 60% des captures des pêcheurs (Tableau 9.7).

Une espèce capturée par barrages lors de ses migrations de reproduction, Liza macrolepis, est menacée d'extinction et, d'une façon générale, les Pangalanes souffrent de surexploitation chronique (Lasserre 1979).

On a tenté les introductions des espèces suivantes: Osphronemus goramy (succès), Cyprinus carpio (échec), Tilapia rendalli et Oreochromis mossambicus (succès), Oreochromis macrochir (échec), enfin Heteroptis niloticus (succès dans certaines zones).

La production actuelle (45 t soit 8 kg/ha/an) est très faible par rapport à celle enregistrée en 1967 (34 kg/ha/an).

11. Autres vertébrés

On a signalé quelques reptiles: Acratophis madagascariensis, Liotherodon madagascariensis, Ithyciphus miniatus et Crocodylus niloticus devenu très rare.

Les principaux oiseaux sont: Sarkidiornis melanotus, Dendrocygna viduata, Bulbucus ibis, Melanophloix ardieesaca, Scopus umbretta, Corythornis cristata, Milvus migrans, Merops superciliatus.

Tableau 9.7: Régime alimentaire des principales espèces des Pangalanes, importance dans les pêches.

Régime alimentaire	Espèces	%
1. Régime phytopophage		
Macrophytophage	<u>Tilapia rendalli</u>	8.39
Microphytophage	<u>Oreochromis mossambicus</u>	3.62
Phyto-planctonophage	<u>Scalophagus tetracanthus</u>	0.52
		<u>12.53</u>
2. Régime planctonophage	<u>Oreochromis macrochir</u>	<u>0.13</u>
3. Régime sarcophage		
Ichtyophage	<u>Caranx melampygus</u>	31.77
	<u>Chorinemus tolooparah</u>	0.26
	<u>Ambassis commersoni</u>	
	et <u>A. kposi</u>	8.65
	<u>Kuhlia rupestris</u>	0.39
	<u>Therapon jarbua</u>	0.39
	<u>Glossogobius giuris</u>	6.20
	<u>Leiognathus equulus</u>	2.07
	<u>Gerres oyena</u>	1.03
	<u>Gerres punctatus</u>	0.78
	<u>Monodactylus argenteus</u>	0.52
		<u>52.06</u>
Entomophage		-
Malacophage		-
4. Régime omnivore		
Omnivore-planctono-entomophage	<u>Paretroplus polyactis</u>	3.88
Omnivore-sarco-entomophage	<u>Ptychochromis oligacanthus</u>	25.30
Omnivore-pélophage	<u>Mugil robustus</u> et <u>M. oeuf</u>	4.14
Omnivore-pélophage-malacophage	<u>Liza macrolepis</u>	0.65
Omnivore-sarcophage	<u>Arius africanus</u> et <u>Ancharius fuscus</u>	0.65
		<u>34.62</u>
Divers		0.66
		<u>100.00</u>

12. Activités humaines

En dehors de la pêche (voir ci-dessus) et d'une agriculture de subsistance, il faut citer une petite production de canne à sucre et de petites industries dans les villes de Toamasina (Tamatave) et Brickaville. Le tourisme sur les lagunes est également pratiqué à très petite échelle.

9.2.b. LAGUNES ASSOCIEES AU CANAL DES PANGALANES, ENTRE ANDEVORANTO ET FARAFANGANA

Les lagunes évoquées ci-dessous (20° - $22^{\circ}40'$ S; $48^{\circ}30'$ E) ont beaucoup de points communs avec celles immédiatement situées au S de Tamatave: géologie, pédologie, climat, faune piscicole, mais on ne dispose pour elles que de renseignements épars et incomplets; la superficie de certaines est même inconnue (figure 9.22).

Du N au S, il faut citer:

- Les lacs Ankaraina et Doanativo: $2,26 \text{ km}^2$; alt. 6 m, limitrophes d'un important marais sur leurs rives W.
- Les lacs Varanta et Maroloha: 3 km^2 ; alt. 25 m. Vu leur altitude, ces lacs sont indépendants du canal des Pangalanes. Ils sont également entourés de marais. Ils sont immédiatement au S des précédents et proches de l'agglomération de Vatomandry.
- La lagune Andranobé: $2,9 \text{ km}^2$; alt. 1 m.
- La lagune Ihosy: $11,9 \text{ km}^2$; alt. 1 m. Zones marécageuses au N; eau très peu salée car la communication avec la mer est à 20 km (fig. 9.25).
- Le lac Analampotsy: 11 km^2 ; alt. 4 m, au N de Nosy Varika (fig. 9.26).
- Le lac Ambavalontaka: $3,86 \text{ km}^2$ au S de Mananjary; lagune très salée.
- Les lagunes Morangary et Rangazavaka sont signalées sur certaines cartes (près de Mananjary), mais ne figurent pas sur le relevé général de Kiener (1963).
- Les lagunes associées Bevola ($2,56 \text{ km}^2$) et Tampolo ($5,17 \text{ km}^2$) sur le canal des Pangalanes, au N de Manakara.

Profondeur maximale: 8 m, fond sableux sur la moitié de la superficie; marais à l'W, contigus à une zone de fonds vaseux, eaux très claires sauf en période de crue (le fond est normalement visible sur toute la superficie lors de survols par avion).

Faune euryhaline mais présence de gros Oreochromis niloticus et Tilapia rendalli.

Conditions physico-chimiques: température de l'eau: 23 à 32°C ($\text{pH} = 6,9$ à $7,5$); alcalinité = $0,4$ à $0,5$; traces de nitrates, ammoniaque et nitrites, présence de fer en période de crue (10 à 20 mg/l) et de phosphates ($0,3$ à $0,8 \text{ mg/l P}_2\text{O}_5$). Variations de la salinité inconnues.

Plusieurs estimations de la production piscicole potentielle ont été réalisées et la situent autour de 150 t par an.

9.2.c. LAGUNES PROCHES DE TAOLANARO (FORT-DAUPHIN, FERADOFAY)

1. Géographie (figure 9.27)

Situation: $25-25^{\circ}10'\text{S}$; $46-47^{\circ}\text{E}$. Taolanaro, au SE de Madagascar, est entouré d'un certain nombre de lagunes assurant l'approvisionnement de la ville en poisson marin bien qu'elles soient, dans l'ensemble, peu pêchées. L'ensemble recouvre 25 km^2 , auxquels s'ajoute la lagune ou lac Anony plus éloigné, mais maintenant coupé pratiquement tout le temps de la mer par un important cordon dunaire.

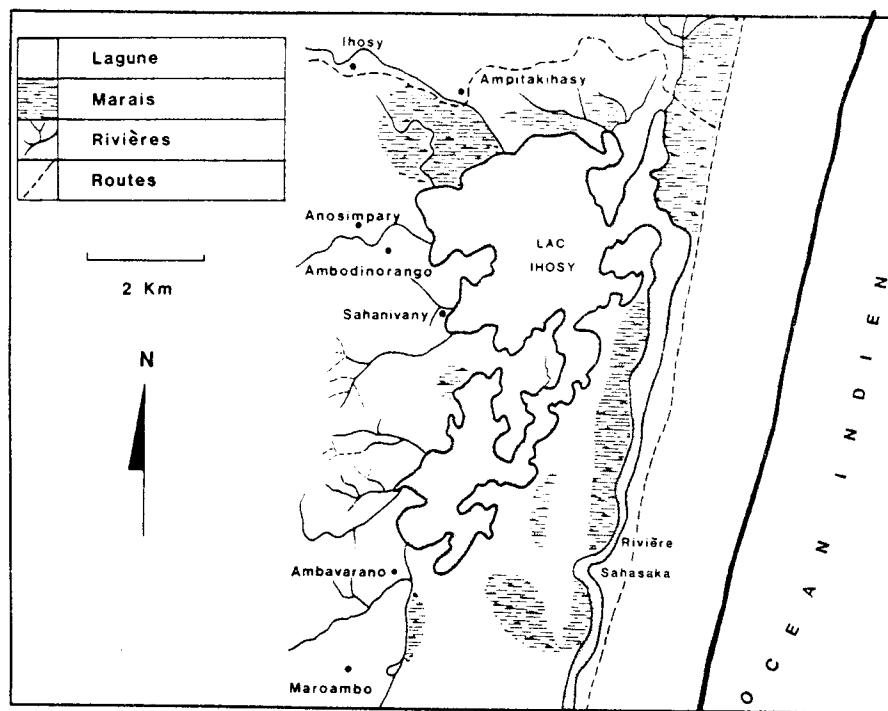


Fig. 9.25 Lac Ihosy (9.2.b)

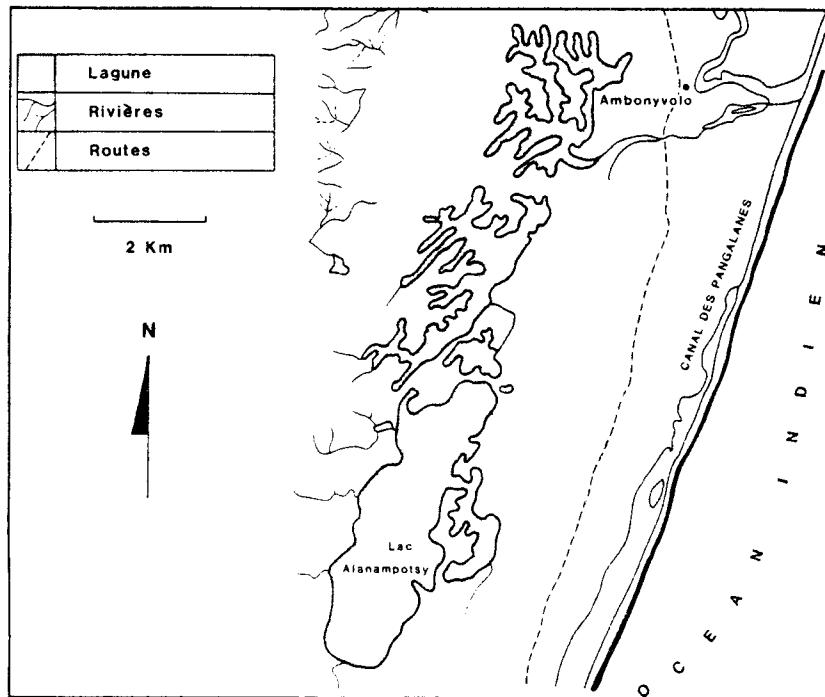


Fig. 9.26 Lac Alanampotsy (9.2.b)

La région de Taolanaro, peu montagneuse sur le littoral, est sur des sols sédimentaires à dominante sableuse.

2. Climat

Afa (Köppen)

2 saisons principales: saison pluvieuse chaude, saison froide humide.

Insolation:

Moy. ann.: 2690 - 2700 h. année⁻¹

Max. en novembre (env. 270 h), min. en février (env. 170 h)

Pluviométrie:

Moy. ann.: 1550 à 1600 mm

Max. en janvier (env. 200 mm) et février (env. 230 mm)

Durée moy. de la saison sèche: pas de mois sans pluie.

Evaporation:

Evapotranspiration potentielle gazon: moy. ann. 1350 mm

Evapotranspiration réelle gazon: moy. ann. 1180 mm.

Température de l'air:

Moy. ann.: 22,8°C

Max. en janvier (moy. vraie env. 25,6°C; moy. max. journ. 29,4°C;

moy. min. journ. 22,3°C)

Min. en juillet (moy. vraie 19,8°C; moy. max. journ. 23,7°C; moy. min. journ. 15,9°C).

Le climat est celui de la côte E avec l'alternance des quatre saisons, déjà mentionnée, mais une pluviométrie en fait répartie sur toute l'année sauf septembre et octobre. Il pleut environ 150 jours par an et il tombe en moyenne 1600 mm d'eau. Les températures moyennes de l'air sont comprises entre 16 et 32°C; la saison "fraîche" est très nette (figure 9.3).

3. Hydrologie

Les plans d'eau concernés sont, du N au S:

- La lagune Mananivo ($4,43 \text{ km}^2$), en communication permanente avec la mer, y débouche près des îles Lokaro, et est alimentée par la rivière Ampamokonambe.
- La lagune Ambavarano ($3,3 \text{ km}^2$) communique avec la mer par un canal débouchant près du village Evatra (appelé aussi Movatraha). La rivière Belavenona s'y déverse par le N, et la rivière Betaikoho la relie à la lagune Lanirano (86 ha), déversoir de la rivière du même nom.

- La lagune Amparify (20 ha) n'est alimentée par aucune rivière mais elle est entourée d'un important marais qui, semble-t-il, se remplit entièrement d'eau lors des très grandes crues et la met ainsi en contact avec la lagune précédente et avec la mer. Recueillant une partie des déchets et ordures de la ville de Taolanaro, l'eau de cette lagune est sale et elle est inexploitée.
- La lagune Ambinanikely (une dizaine d'hectares) qui est une "eau fady" (où toute pêche est interdite par les moeurs et coutumes) n'a pas d'importance économique.
- La lagune Andriambe (7 km^2) s'approvisionne en eau à partir des rivières Efaho, Satra et Antetezambe et demeure en liaison permanente avec la mer.
- Les lagunes Andranasy ($2,5 \text{ km}^2$) et Andratoloharano (81 ha) sont entourées d'un grand marécage inondé en saison de pluies. Elles communiquent entre elles par une courte rivière et une autre relie les lagunes Andranasy et Andriambe. Communication épisodique avec la mer.
- La lagune Ranofotsy ($4,6 \text{ km}^2$) débouche dans la baie d'Ankobanalabe et est alimentée par la rivière Mananpanja. Le fond est tapissé de sédiments calcaires donnant à l'eau une couleur blanche caractéristique.
- Le lac Anony (23 km^2) isolé de la mer comme dit plus haut.

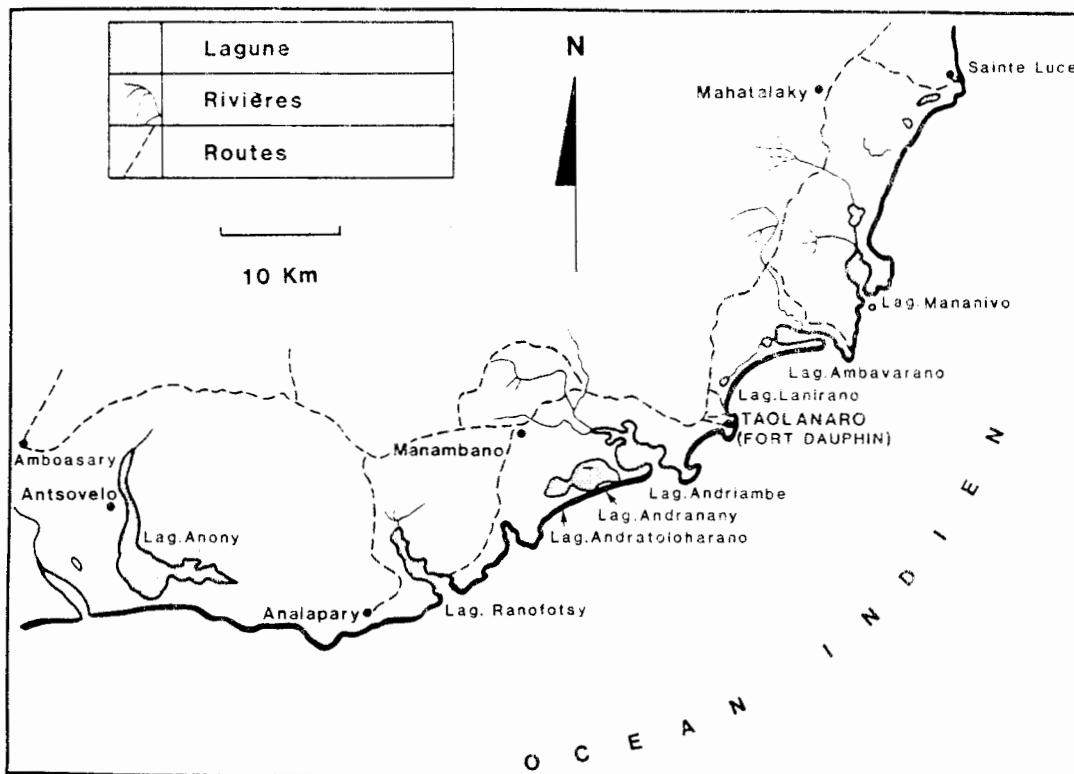


Fig. 9.27 Lagunes proches de Taolanaro (Fort Dauphin) (9.2.e)

La profondeur maximale est de 5 m mais le plus souvent elle est de 1 à 3 m. Le fond est sableux, exceptionnellement vaseux. Les lagunes sont caractérisées par leur faible turbidité par temps calme: leur fond est visible par survol.

4. Caractéristiques physico-chimiques

Les données physico-chimiques disponibles figurent sur le tableau 9.8.

Tableau 9.8: Données physico-chimiques sur les lagunes de Taolanaro

	pH	Alcalinité (S.B.V.)	T°en fév.	Conduc- tivité 10^{-6} S.cm $^{-1}$	Fer mg/l	P ₂ O ₅ mg/l	NO ₃ mg/l	NH ₄ mg/l	O ₂ % sat.
Mananivo-N	8	1,7	-	66 700	0,5	0,15	0	trace	95
Mananivo-S	8,1	1,6	30°	66 700	0,08	0,12	0	trace	98
Ambavarano	7,8	0,95	31°	40 000	0,05	0,17	0,2	trace	100
Lanirano	8	0,35	27,5°	1 333	1,5	0,12	0	trace	100
Ambinanibe-N	7,9-8,1	1,35	27°	33 300	0,08	0,35	0	trace	97
Ambinanibe-S	8-8,3	1,4	26°	66 700	0,08	0,3	0	trace	95
Ambinanikely	8,2	0,85	-	13 300	0,6	0,25	0,1	trace	100
Ranofotsy-N	8,2	2,1	28°	43 478	-	0,42	0	trace	100
Ranofotsy-S	8,1	2,1	-	66 700	0,8	10,33	0	trace	98

5. Macrophytes

Parmi les végétaux aquatiques littoraux, on rencontre surtout Typhonodorum lindleyanum, Pandanus concretus, Crinum sp. qui forment souvent une couronne périphérique de près de 20 m de largeur (atteignant parfois 50 m). Sur les rives elles-mêmes, on trouve Eleocharis plantaginea, Cyperus latifolius et Phragmites communis. Le bord SW de la lagune de Lanirano est colonisé par le genre Pandanus sp. et au second plan, on rencontre quelques pieds de Ravenala madagascariensis.

6. Invertébrés

On trouve des invertébrés à importance économique directe: crevettes, langoustes et d'autres crustacés de mer.

Les crevettes sont pêchées en quantité abondante surtout pendant les mois de décembre-janvier, commencement de la saison chaude. Leur pêche s'effectue à l'aide de petits paniers en fibres de Cypéracées et reste pratiquement l'apanage des femmes et des enfants.

7. Vertébrés et pêche

Le peuplement piscicole est voisin de celui de la lagune de Masianaka et la reproduction exploitée serait de 60 tonnes y compris des crustacés.

Au lac Anony la production était estimée à 300 tonnes en 1959 chiffre sûrement trop élevé, même si le lac est encore très pêché. Les espèces dominantes sont: Ptichochromis oligocanthus, Caranx melampygus, Mugil spp., Ambassis commersoni, Epinophelus fario et Cerognathus aequula. Sauf le lac Anony, les lagunes de Fort-Dauphin sont sûrement sous exploitées.

Signalons enfin que pendant une partie de la saison chaude (en janvier-février), des colonies de flamants roses (Phoenicoterus ruber antiquorum) et de petits flamants (Phoeniconaias minor) envahissent les rives des lagunes Andranasy et Andratoloharano. Selon les habitants des villages riverains, ces oiseaux consommeraient une quantité non négligeable de poissons chassés sur les faibles profondeurs.

9.2.d. LAGUNES ISOLEES

- a) Lagune de la Loza (14°30' S; 48° E). C'est la seule lagune située sur la côte W de Madagascar et c'est aussi la plus grande (160 km²). Malgré plusieurs projets, aucune étude systématique n'en a été faite. La salinité, très élevée dans l'embouchure vers la mer, appelée localement un "vinany", décroît très vite si l'on remonte vers l'intérieur. Ce plan d'eau abrite une faune euryhaline très diversifiée et un gros stock de crevettes. La production potentielle serait de 2400 tonnes.
- b) Lagune d'Ampahana (14°12'S; 50°10'E). Situé au N de la ville d'Antahala, ce plan d'eau de 3,7 km² a fait l'objet de quelques observations anciennes (fig. 9.28).

Par sa géologie, sa pédologie et son régime hydrologique, il est comparable aux lagunes proches de Tamatave. Les données physico-chimiques disponibles sont les suivantes:

Température de l'eau: 21 à 33°C;
 Extrait sec: 1000 mg/l;
 Conductivité: $1515 \cdot 10^{-6}$ S. cm⁻¹; pH = 6,7;
 Alcalinité (S.B.V.) = 0,15;
 Dureté totale = 16,5 meq/l; Ca = 14 mg/l; Mg = 31,4 mg/l;
 Na = 270 mg/l; SO₄ = 46 mg/l; CO₃ = 25,2 mg/l; Cl = 470 mg/l.

La faune est euryhaline.

La région d'Antahala comporte deux autres lagunes: la lagune Ampasimbato (186 ha; alt. 3 m) et la lagune Belavao (235 ha; alt. 2m).

- c) Lagune de Tampolo-Fénérive-Est (17°20' S; 49°30' E). Située au N de la ville de Fénérive, cette lagune a été étudiée par Kiener (1963); elle recouvre 137 ha (fig. 9.29).

Température de l'eau: 22 à 31°C.

Extrait sec: 60 mg/l.

Mat. organ. (milieu acide): 15,6 mg/l; mat. organ. (milieu alcalin) : 14,5 mg/l. pH = 6,2; Alcalinité (S.B.V.) = 0,15;

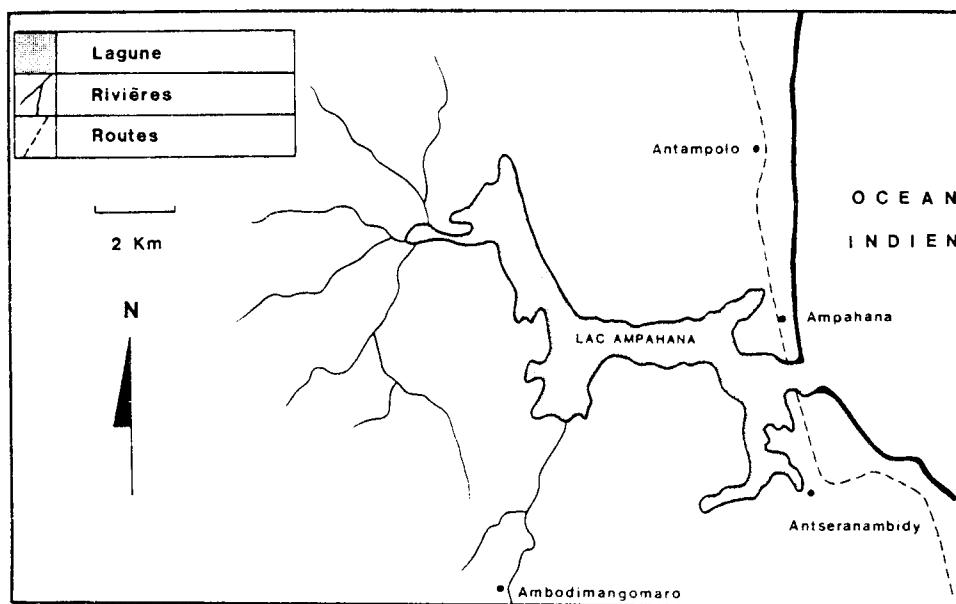


Fig. 9.28 Lac Ampahana (9.2.d.B)

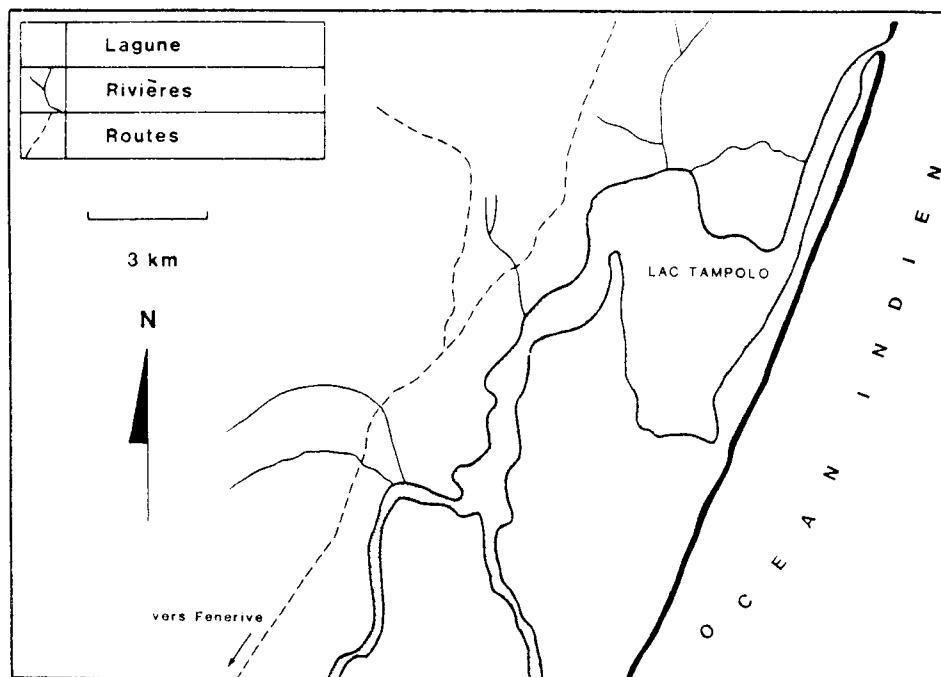


Fig. 9.29 Lac Tampolo (9.2.d.C)

Dureté totale = 1,45 meq/l.

Faune euryhaline.

d) Lagune de Masianaka (fig. 9.30)

1. Situation

($23^{\circ}30'$ S, $47^{\circ}30'$ E). Au S de Farafangana, lagune d'env. $13,5 \text{ km}^2$, bordée à l'W par un grand marais (environ 30 km^2), communication pratiquement permanente avec la mer, (profondeur moyenne: 2,5 à 4 m selon la saison).

2. Climat

Voir le diagramme établi pour la Station forestière d'Ivakoina; Afa (Köppen)

2 saisons principales: saison fraîche pluvieuse, saison pluvieuse chaude.

Insolation:

Moy. ann.: 2550-2600 h. année⁻¹

Max. en novembre (env. 290 h), min. en février (env. 160 h)

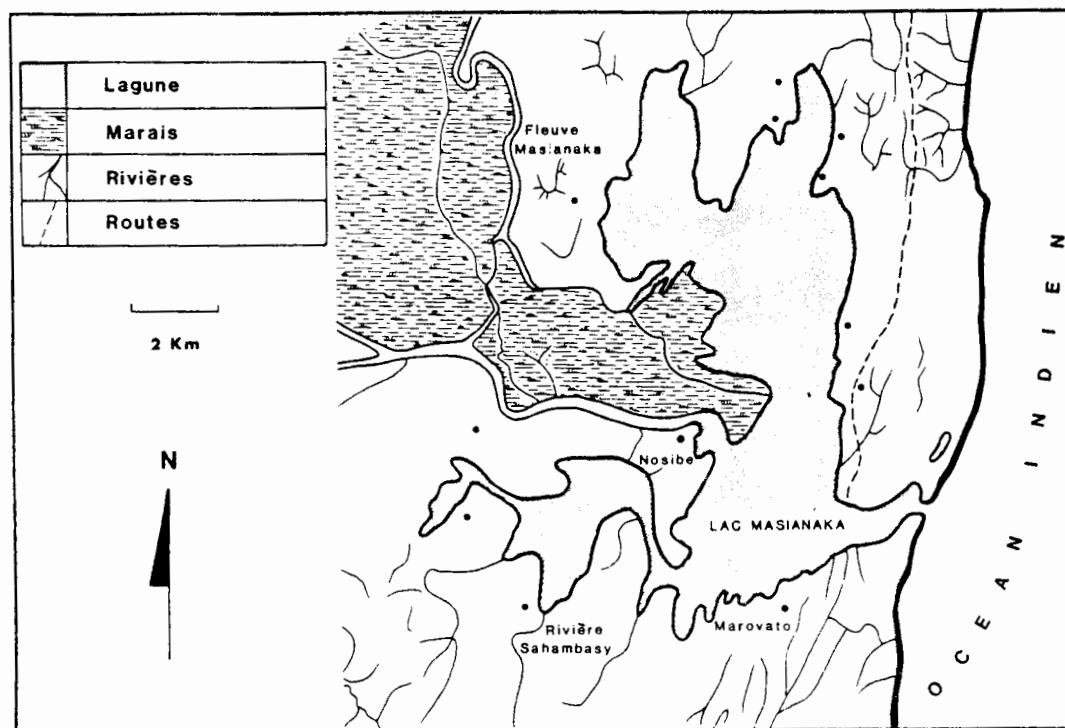


Fig. 9.30 Lac Masianaka (9.2.d.D)

Pluviométrie:

Moy. ann. 2400 à 2450 mm
Max. en janvier (env. 300 mm) et février (env. 350 mm)
Durée moy. de la saison sèche: pas de mois sec.

Evaporation:

Evapotranspiration potentielle gazon: moy. ann. 1180 mm
Evapotranspiration réelle gazon: moy. ann. 1150 mm.

Température de l'air:

Moy. ann.: 22,8°C
Max. en novembre (moy. vraie env. 25,7°C; moy. max. journ. 30,2°C;
moy. min. journ. 18°C)
Min. en juillet (moy. vraie 19,6°C; moy. max. journ. 26,2°C;
moy. min. journ. 11°C).

3. Caractéristiques physico-chimiques

Eau le plus souvent trouble à cause des crues des tributaires (disque de Secchi disparaissant entre 2 et 3 m de profondeur), température de l'eau 23 à 31°C; pH 7 à 7,5; alcalinité (S.B.V.) = 0,2 à 1,2, les valeurs minimales de ces deux paramètres étant observées pendant les fortes crues des tributaires de novembre à février. Traces d'ammoniaque, de nitrates et de fer; présence de phosphates: 1 à 3,5 mg/l (figure ...).

4. Invertébrés

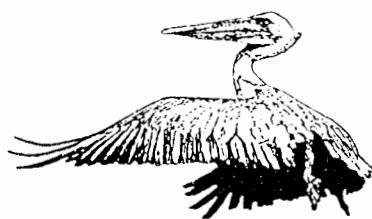
Importante biomasse de crabes apparemment peu exploitée.

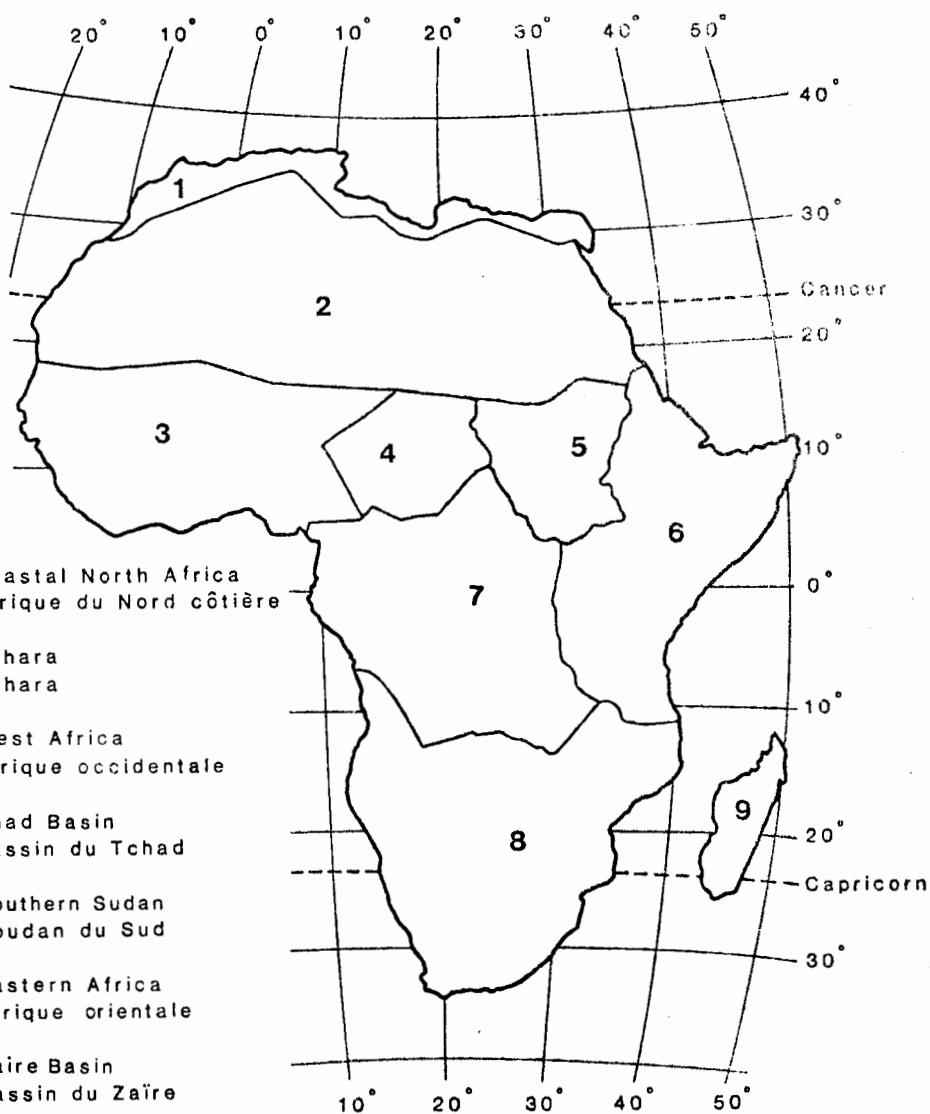
5. Poissons

Faune euryaline diversifiée comportant requins et raies (v. tableau 9.9). La production potentielle a été évaluée à 140 t, chiffre vraisemblable.

Tableau 9.9: Liste des espèces rencontrées dans la lagune de Masianaka

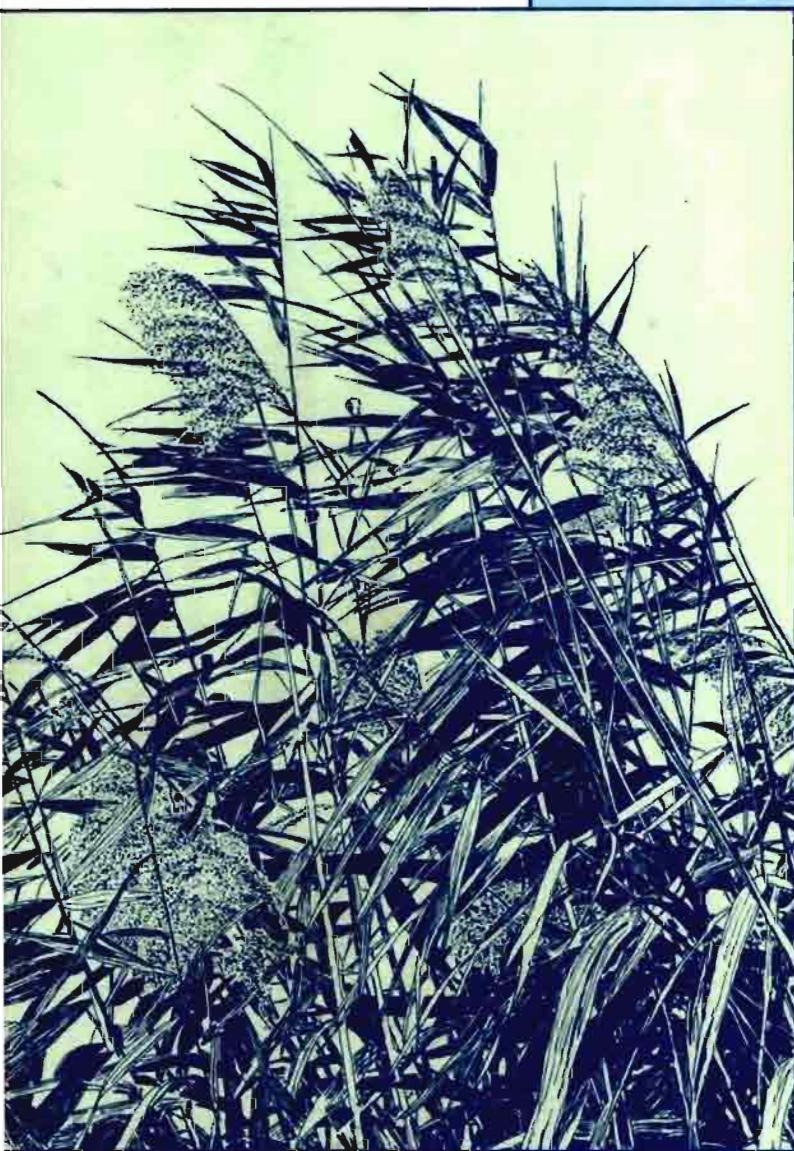
Bagridés	<u>Arius madagascariensis</u>
Carangidés	<u>Caranx hyppos</u>
Cichlidés	<u>Gerres oyena</u> <u>Parettilapia polleni</u> <u>Paretroplus polyactis</u> <u>Ptychochromis betsileanus</u> <u>Ptychochromis oligoanthus</u> <u>Tilapia rendalli</u>
Clupéidés	<u>Anchionella indica</u>
Depranidés	<u>Deprane punctata</u>
Gobidés	<u>Gobius aerofiscus</u>
Hemiramphidés	<u>Hemiranfus far</u>
Leognathidés	<u>Ambassis commersoni</u> <u>Leognathus equulus</u> <u>Therapon jarbua</u>
Lethrinidés	<u>Lethrinus harak</u> <u>Lethrinus reticulatus</u>
Monodactylidés	<u>Monodactylus argenteus</u> <u>Monodactylus falciformis</u>
Mugilidés	<u>Mugil macropelis</u> <u>Mugil oeur</u> <u>Mugil robustus</u>
Muraenesocidés	<u>Muraenox cinereus</u>
Plathicephalidés	<u>Platycephalus indicus</u>
Polydactylidés	<u>Polydactylus</u> (ou <u>Polynemus</u>) <u>sextarius</u>
Pomadasydés	<u>Rhabdosargus sarba</u>
Sillaginidés	<u>Pomadasys operculare</u>
Syngnathidés	<u>Syngnathus liapis</u>
Tetradontidés	<u>Chelodon pacota</u>
Selaciens	<u>Dasyatis urnak</u>





Regions of Africa treated in this Directory
Régions d'Afrique traitées dans le présent répertoire

DIRECTORY
REPERTOIRE



**African wetlands
and shallow water bodies**

**Zones humides
et lacs peu profonds
d'Afrique**

M. J. BURGIS
J. J. SYMOENS



Éditions de l'ORSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

African wetlands and shallow water bodies

Zones humides et lacs peu profonds d'Afrique

DIRECTORY REPERTOIRE

Edited by / Publié par les soins de

M. J. BURGIS
J. J. SYMOENS

Éditions de l'ORSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

Collection **TRAVAUX et DOCUMENTS** n° 211

PARIS 1987

This work was completed with financial assistance of :
Ce travail a pu être réalisé grâce au support financier de :

Council for Scientific and Industrial Research (South Africa)
Fonds de la Recherche Fondamentale Collective (Belgique)
Ministère de l'Environnement (France)
Royal Society (Great Britain)
IUCN and WWF



*Funds and facilities for the preparation of camera ready text were made available
by IUCN and WWF*

L'IUCN et le WWF ont procuré les fonds et les facilités pour la préparation des manuscrits définitifs

L'ORSTOM en a assuré la publication

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal.